This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

PROPERTY OF THE
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

QP
303
.G72

Das Wissen der Gegenwart

Deutsche Universal-Bibliothek für Gebildete.

XLIV. Band.

Die äußeren mechanischen

Werkzeuge der Tiere

von

Vitus Graber.

1.

Wirbeltiere.

Leipzig:
G. Freytag. 1886. Prag:
F. Tempsky.

Die äußeren mechanischen

Werkzeuge der Wirbeltiere

von

Vitus Graber.

Mit 144 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig: G. Freytag. 1886. Prag: F. Tempsky.

Alle Rechte vorbehalten!

Harvard
6-7-29
17465

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel		Seite
I.	Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Tiere im allgemeinen	1
II.	Die Konstruktion der Wirbeltier-Maschine und ihrer als Werkzeuge dienenden Haupthebel	31
III.	Der Mechanismus der Kieferzange	58
IV.	Die Ausrüstung der Kieferzange. (Zähne u. Schnabelbildungen).	83
V.	Anderweitige mechanische Mund- und Kopf-Werkzeuge. (Zunge, Lippen, Rüssel, Ohrmuscheln 2c)	107
VI.	Die paarigen Stammgliedmaßen in ihrer Eigenschaft als Greifwerkzeuge mit besonderer Berücksichtigung der menschlichen Hand	126
VII.	Die paarigen Stammgliedmaßen in ihrer Eigenschaft als Werkzeuge der Ortsveränderung.	
VIII.	Mechanische Einrichtung und Bedeutung des hinteren Körperanhanges	207

Verzeichnis

einiger wichtiger Schriften über die äußeren mechanischen Werkzeuge der Wirbeltiere.

1) Meyer, G. H. Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873.
D'Alton. Anatomie der Bewegungswerkzeuge. Leipzig 1850.
Bergmann u. Leuckart. Anatomisch-physiologische Übersicht des Tierreiches. 1852.

2) O. Hertwig. Über Bau und Entwickelung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier (Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. VIII.
Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches (Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere.)

3) Langer. Das Kiefer- und Sprunggelenk des Menschen. Akademie d. Wissensch. in Wien 1856—60.
— Über das Sprunggelenk der Säugetiere. Ebenda 1856.
— Über den Gelenkbau der Arthrozoen. Ebenda 1860.

4) Rauber. Elasticität und Festigkeit der Knochen. Leipzig 1876.

5) Vgl. außer dem Hauptwerk von G. H. Meyer u. A. noch:
Marey. La maschine animale. Paris 1873.
Lucae. Zur Statik und Mechanik der Quadrupeden. Frankfurt 1881.
— Die Robbe und die Otter. Frankfurt 1876.
Cuvier u. Laurillard. Anat. comp. Planches d. Myologie. Paris 1850—56.
Leisering. Anatomie des Pferdes ꝛc. Leipzig 1861—66.
Über den Skelettmechanismus fossiler Wirbel- (und namentlich) Säugetiere vgl. u. a. Owen, compar. Anatomy and Physiologie of Vertebrates II. 413.

6) Teutleben. Über Kaumuskeln und den Kaumechanismus der Wirbeltiere. Bonn 1873.

Lucae. Über den Schädel des Maskenschweines ꝛc. Frankfurt 1870. Wiedersheim. Vgl. Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1883.

7) Vetter, B. Untersuchungen zur vgl. Anatomie der Kiemen- und Kiefermuskulatur der Fische. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1878.

8) Flower. Lectures on Odontology. Brit. Med. Journal 1871.
Ch. Tomes. Die Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbeltiere. Deutsch von Holländer. Berlin 1877.

9) Pagenstecher. Allgem. Zoologie. Kapitel: Äußere Bedeckungen. Berlin 1878.

10) Giebel. Zunge der Vögel. Zeitschr. f. d. g. Naturw. 1859.
Gegenbaur. Über die Unterzunge des Menschen und der Säugetiere. Morphol.-Jahrb. Bd. IX.
Wiedersheim. Salamandrina perspic. etc. Genua 1875.
Braun, C. W. Muskulatur der Zunge bei Leporinen und Myrmecophagen. Marburg 1864.

11) Meckel. System d. vgl. Anatomie. Bd. III u. IV.

12) Vgl. außer den sub. 1 genannten Schriften u. A. noch Lucae: Die Hand und der Fuß. Frankfurt 1866.

13) Vgl. besonders das sub. 1 citierte Hauptwerk von Meyer. Ferner Weber, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen 1836.
Pettigrew. Die Ortsbewegung der Tiere, internat. w. Bibl. 10. Bd. und Fick, Spezielle Bewegungslehre im großen Handbuch d. Physiologie von Hermann. I. Bd.

14) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1879.

15) Simmermacher. Haftapparate d. Wirbeltiere. Zool. Garten 1884.

16) Brücher. Grundzüge der Mechanik des Hufes. Göttingen 1877.
J. D. B. Stillmann. The horse in motion as shown by instantaneous photography. Boston J. R. Osgood et Co. 1882.

17) K. Moebius. Die Bewegungen der fliegenden Fische durch die Luft. Leipzig, Engelmann, 1878.

18) A. Ecker. Die Anatomie des Frosches. 3. Abth. Vieweg 1882.
Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. IV. Bd. von K. Hoffmann.

19) Rüdinger. Die Muskeln der vorderen Extremitäten der Reptilien u. Vögel mit besonderer Rücksicht auf die anal. und homologen Muskeln der Säugetiere und des Menschen. Haarlem 1868.
Alix. Essai s. l'appareil locomoteur des oiseaux. Paris 1874.
Marey s. oben.

20) Strasser, H. Zur Lehre von der Ortsbewegung der Fische ꝛc. Stuttgart, Enke, 1882.

I. Kapitel.

Einleitung.

Die äußeren mechanischen Werkzeuge der Tiere im allgemeinen.

Wer je Gelegenheit hatte, einen größeren illustrierten Werkzeugekatalog durchzusehen, der dürfte die mannigfaltigen Gegenstände, die er dort abgebildet fand, wohl mit lebhaftem Interesse in ihren Einzelheiten betrachtet haben. Dies Interesse an den verschiedenen künstlichen Instrumenten und Vorrichtungen, mit deren Hilfe wir uns die verschiedenen auf die Aneignung, Umgestaltung und überhaupt Beherrschung der Außendinge gerichteten Arbeiten erleichtern, wird sich aber noch wesentlich steigern, wenn wir in irgend eine Werkstätte eintreten und uns den Gebrauch und den besonderen Vorteil, den die dort in Anwendung kommenden Werkzeuge gewähren, praktisch zeigen lassen. Dabei werden wir u. a. auch erfahren, daß die zahlreichen und oft nur wenig voneinander verschiedenen Abarten oder Modifikationen, die eine und dieselbe Werkzeuggattung, sagen wir eine Zange oder ein Messer besitzt, alle ihre wohlberechnete Bedeutung haben, oder daß mit anderen Worten Teilung, Erleichterung und Vervollkommnung der Arbeit Hand in Hand geht mit der Spezialisierung der Arbeitsgeräte und Hilfsmittel.

Wenn sich der Leser aber in der That für die künstlich erzeugten Werkzeuge interessiert, so darf ich wohl hoffen, daß er auch an den natürlichen Bildungen dieser Art, ich meine an den

beweglichen Außenteilen oder Anhängen der Tiere, womit dieselben in ganz analoger Weise und zu ganz analogen Zwecken wie wir auf die Außenwelt einwirken und sich dieselbe dienstbar machen, ein gewisses Gefallen findet. Wer mit diesen Dingen nicht näher vertraut ist, könnte freilich glauben, daß sie zunächst schon in bezug auf die äußere Gestaltung oder Zurichtung durchaus keinen Vergleich mit den so mannigfaltigen künstlichen Werkzeugen aushielten. Dies wäre indes ein großes Vorurteil. Bei einer näheren Vergleichung der natürlichen Werkzeuge mit den künstlichen stellt sich allerdings heraus, daß unter den ersteren manche Gattungen oder Kategorieen der letzteren völlig fehlen, dafür findet man aber auch in der Rüstkammer der Tiere manche Dinge, auf die der menschliche Erfindungsgeist noch nicht verfallen ist, und sind es namentlich, wenn wir von den so bewunderungswürdigen Bewegungswerkzeugen ganz absehen, gewisse Zerkleinerungsvorrichtungen, wie z. B. die Schneide-, sowie die Stechwerkzeuge, von denen manche, wenn sie genauer bekannt wären, sicherlich den Neid der Mechaniker erregen würden. Die natürlichen Werkzeuge sind aber auch schon in bezug auf das Material, aus dem sie bestehen, geeignet, unsere Aufmerksamkeit zu fesseln. So lehrt uns zunächst die Thatsache, daß manche künstliche Instrumente, die eine gewisse Elastizität besitzen sollen, aus tierischen Werkzeugstoffen, z. B. aus Horn und Elfenbein bereitet werden, daß die betreffenden Materialien in der That für manche Zwecke den Vorzug vor allen übrigen verdienen. Nicht minder zeigt sich dies auch in jenen Fällen, wo es sich um eine große Härte und Widerstandsfähigkeit der betreffenden Instrumente handelt, wie ich denn vorläufig nur erwähnen will, daß in dieser Beziehung, z. B. das Email oder der Schmelz unserer Zähne auch den bestgehärteten und zähesten Stahl weit in den Schatten stellt.

An den in Rede stehenden Werkzeugen der Tiere ist aber vor allem etwas, was unsere größte Bewunderung erregen muß, und sie hoch über alle künstlichen Werkzeuge stellt, nämlich, um

es kurz zu sagen, das innere Getriebe oder der Mechanismus, durch den sie bewegt und in Aktion gesetzt werden. Es könnte hier freilich eingewendet werden, daß ja in der neueren Zeit vielfach auch die an und für sich toten künstlichen Werkzeuge durch die Verbindung mit besonderen Maschinen gewissermaßen belebt werden; bedenkt man indes nur das eine, daß trotz aller Fortschritte der Technik gewisse Arbeiten doch nur mit der Hand verrichtet werden können, so muß man doch zugestehen, daß die künstlichen Werkzeugmaschinen, so bewundernswert auch ihre Konstruktion sein mag, absolut keinen Vergleich mit den natürlichen Bewegungsapparaten aushalten.

Da ich meinen Lesern im folgenden die wichtigsten tierischen Werkzeuge hauptsächlich von der eben angedeuteten Seite d. i. in bezug auf ihre mechanische Konstruktion und Wirksamkeit vorführen will, manche derselben aber vielleicht auf dem Gebiete der angewandten Mechanik wenig bewandert sind, so dürfte es nicht unpassend sein, wenn ich zunächst an einigen relativ einfachen und leicht faßlichen Beispielen die nötigen Vorbegriffe und insbesondere auch den Unterschied zwischen künstlichen und natürlichen Werkzeugmaschinen kurz zu erläutern suche.

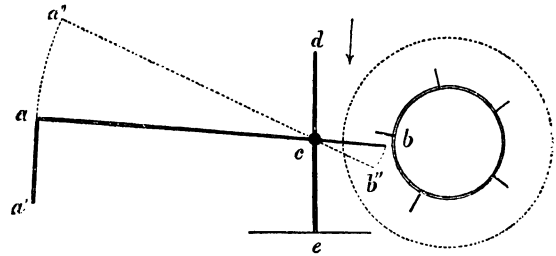
* * *

Stützen wir den Ellbogen auf die Tischplatte, befestigen oder fixieren also den Oberarm, so können wir bekanntlich den Vorder- oder Unterarm einschließlich der Hand, wie einen Hammer auf- und niederbewegen und hat diese ganze Vorrichtnng, namentlich wenn die Hand zur Faust geballt wird, auch wirklich große Ähnlichkeit mit gewissen künstlichen Hammerwerken, z. B. mit einem sogen. Schwanzhammer. Wir wollen uns nun beiderlei Einrichtungen etwas näher ansehen, wobei ich mit der leichter verständlichen, d. i. der künstlichen den Anfang mache.

Was zunächst das eigentliche Werkzeug, d. i. den Hammer betrifft, so haben wir daran den Hammerklotz (Fig. 1aa') und den Hammerstiel (ab) zu unterscheiden. Letzterer kann mittels in das Gerüst d e eingelassener Zapfen um den Punkt c ge-

dreht werden. Eine solche, zum Teil einem Wagebalken gleichende Vorrichtung nennt man in der Mechanik einen zweiarmigen Hebel. Ruht der Hammer nicht auf dem Ambos oder ist er nicht sonstwie in einer bestimmten Lage fixiert, so fällt er bekanntlich herunter und zwar, wenn wir uns den Stiel wie an einem sogen. mathematischen Hebel, schwerlos vorstellen, vermöge des Gewichtes des Hammerklotzes. Man sagt: der Hebelarm ac wird durch die im Punkt a angreifende und in der (vertikalen) Richtung wirkende Last aa' heruntergezogen, und bezeichnet man den genannten Hebelarm als Lastarm. Um nun den Hammer zu heben, dient die in der Richtung des Pfeiles sich drehende Welle,

Fig. 1.



Schema eines Hammerwerkes.

die am Umfang mit mehreren Vorsprüngen den sogen. „Daumen" versehen ist. Jeder solche Daumen drückt den hinteren Hebelarm, den „Schwanz" (cb") etwas nach abwärts und hebt dadurch den vordern samt dem Hammer in die Höhe. Diesen Druck oder Abwärtszug, den die rotierende Welle auf den Schwanz ausübt, bezeichnet man als Kraft und dementsprechend letzteren als Kraftarm. Ist die Kraft der Welle gerade so groß, daß sie den Hammer in der Schwebe erhält, wobei man sich den Stiel wie an einem Wagebalken wagrecht zu denken hat, so sagt man bekanntlich, der Hebel befindet sich im Ruhezustand oder im Gleichgewicht. Dies ist, wie jeder von der Wage her weiß, wenn die Hebelarme gleich lang sind und die bewegenden Kräfte

genau senkrecht auf die Richtung derselben wirken, dann der Fall, wenn Kraft und Last einander gleich sind.

Bei der in Rede stehenden Vorrichtung verhält sich die Sache aber anders, indem der „Schwanz" oder der Kraftarm mehrmals kürzer als der Lastarm ist. Wir haben hier also eine Art Schnellwage, und jeder weiß, daß an derselben das Gewicht am kürzeren Arm, um das des längeren zu äquilibrieren, soviel mal größer sein muß, als der letztere Arm länger als der erstere ist. Der Vorteil, welcher speziell am Hammer mit der Verkürzung des Kraftarmes zu gunsten des Lastarmes verbunden ist, ist leicht einzusehen. Der Kraftarm resp. die Welle braucht, um die Last auf eine beträchtliche Höhe zu heben und dadurch einen starken Schlag zu erzeugen, nur einen verhältnismäßig kleinen Weg (bb") zu beschreiben oder mit anderen Worten, die Schläge können, unter sonst gleichen Umständen viel rascher aufeinander folgen, als wenn der Hammerstiel seinen Drehpunkt in der Mitte hätte. Man nennt daher einen solchen Hebel auch ganz passend einen Geschwindigkeits- oder auch einen Wurfhebel, während man im umgekehrten Fall, wenn wir z. B. mit einer Stange einen sehr schweren Block heben wollen, von einem Krafthebel spricht.

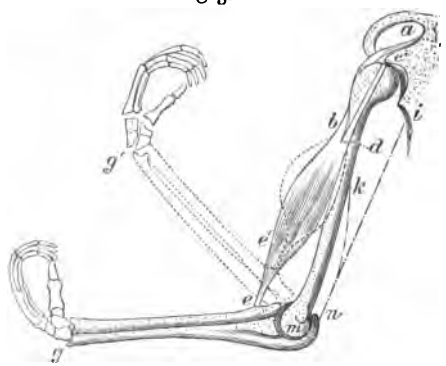
Fassen wir das Wesen der bisher beschriebenen Einrichtung am Schwanzhammer ins Auge, so besteht dasselbe vor allem darin, daß wir mit einer Kraft, die nicht im selben Punkte wie die Last, also am Kopf des Hammers angreift, und auch nicht in gerade entgegengesetzter Richtung wie letztere wirkt, derselben dennoch das Gleichgewicht halten können. Mit einem Wort, es handelt sich hier darum, zunächst die Wirkung einer Kraft auf einen außerhalb ihrer Richtung gelegenen Punkt zu übertragen. Jede Vorrichtung nun, durch welche eine solche Kraftübertragung vermittelt wird, heißt man in der Physik eine Maschine und es verdient somit auch der Hebelhammer als solcher diesen Namen.

Zu einem Hammerwerk gehört aber bekanntlich noch eine andere Vorrichtung und zwar, wenigstens beim Wasserbetrieb,

das sogen. Wellrad, durch welches die vertikal abwärts gegen die Schaufeln des Rades gerichtete Bewegung des Wassers in eine Rotation oder Drehbewegung der Welle umgesetzt wird. Würden wir das ganze Hammerwerk in der Art zusammengesetzter Maschinen auffassen, so wäre das durch das fallende oder überhaupt sich bewegende Wasser getriebene Rad der Motor oder Rezepteur, die Welle die Zwischen- oder Verbindungs- und der Hammer selbst die eigentliche Last- oder Arbeitsmaschine.

Betrachten wir nun mit Hilfe beistehender Figur den Mechanismus der Hammerbewegung an unserem Vorderarm. In gedachter Figur, zu deren Belebung freilich wenigstens ein Skelett zur Hand sein soll, stellt zunächst a i einen Teil der Schulter, c m den Ober- und f g den Vorderarm vor. Wie schon oben bemerkt, denken wir uns ersteren fest und nur den letzteren beweglich. Demnach entspricht das Ellbogengelenk m dem Drehpunkt des Hammers c in der vorigen Figur, während der vor dem Gelenk gelegene Teil des Vorderarmes m g mit dem sogen. Lastarm des Hammerstieles zu vergleichen ist. Ein zweiter oder hinterer Hebelarm dagegen, wie der Hammerschwanz einen solchen darstellt, scheint hier auf den ersten Blick ganz zu fehlen. In Wirklichkeit ist ein solcher aber doch vorhanden, nur daß er relativ noch viel kürzer ist. Diese Bedeutung hat nämlich der etwas nach aufwärts gerichtete Fortsatz m n hinter dem Gelenk, der in eine an der Hinterseite des zum Oberarm gehörigen

Fig. 2.



Mechanismus der Armbewegung. a o i Schulter (scapula), c m Oberarm (os brachii), n g Unterarm, a c b e zweiköpfiger Armbeuger (biceps), i k n dreiköpfiger Armstrecker (triceps), in anconaeus longus k n vastus int. m Gelenkrolle, n Ellbogenfortsatz.

Gelenkteiles befindliche Grube eingreift. Dieser eigentliche „Hinterarm" verhält sich also ähnlich, wie die Ferse am Fuß, die aber bekanntlich viel weiter hinter das zwischen den Knöcheln zu denkende Hauptgelenk zurückreicht. Viel deutlicher und größer ist dieser hintere Hebel des Vorderarmes bei vielen Tieren, so z. B. bei der Katze (vergl. eine spätere Figur), von der sich ja jeder leicht den betreffenten Skeletteil selbst anfertigen kann.

Ganz anders wie am künstlichen Hammerwerk ist aber bei der in Rede stehenden natürlichen Maschinerie das Prinzip, nach dem der eigentliche Bewegungsapparat eingerichtet ist, und wir dürfen wohl schon zum vorhinein sagen, daß man sich eine einfachere und vollkommenere Bewegungsvorrichtung, wie wir sie hier und an der tierischen Maschine überhaupt finden, gar nicht vorstellen kann. Das betreffende Prinzip beruht, um es so kurz als möglich zu charakterisieren, darauf, daß sich zwischen den gegeneinander zu bewegenden oder einander zu nähernden Teilen ganz eigentümliche mehr oder weniger strangförmige elastische Gebilde, die im allgemeinen jedermann bekannten Muskeln, ausspannen, welche die ausschließlich nur ihnen zukommende Fähigkeit besitzen, sich unter gewissen Bedingungen zusammenzuziehen und sich dadurch zu verkürzen.

Um sich einen möglichst klaren Begriff von diesen natürlichen Motoren zu verschaffen, wolle der Leser zunächst wieder einen Blick auf die schon früher gebrauchte Fig. 2 werfen. Die gegeneinander zu bewegenden Teile sind einerseits der Vorderarm, andererseits der Oberarm einschließlich der Schulter, wobei wir uns indes vorläufig denken, daß die zwei letztgenannten dem Hammergerüst zu vergleichenden Teile irgendwie unbeweglich gemacht seien. Zwischen dem eben erwähnten fixierten Gestell und dem beweglichen Hebel, d. i. dem Unterarm, spannt sich nun, wie man sieht, ein Muskelstrang a c e aus. Denken wir uns nun ferner, daß sich dieser Strang zusammenzieht oder verkürzt, so begreift jeder, daß dann der mehr genannte bewegliche Hebel gehoben werden muß, und zwar wollen wir uns vorstellen, daß

die Verkürzung des Muskelstranges so viel beträgt, daß der Unterarm in die durch die Punktlinien angedeutete neue Lage e'g' kommt. Der Leser wird von selbst bemerken, daß in der Bewegungsweise des natürlichen und künstlichen Hammers u. a. auch darin ein wesentlicher Unterschied besteht, daß ersterer durch einen Druck auf den Hinterhebel letzterer dagegen durch einen Zug auf den Vorderhebel gehoben wird.

Zunächst müssen wir uns aber noch die den Arm hebende Zugvorrichtung selbst etwas näher ansehen. Wie die Figur lehrt und wir uns zum Teil wenigstens auch am eigenen Arm überzeugen können, hat der betreffende Muskel nicht seiner ganzen Länge nach die gleiche Dicke, sondern er bildet in der Mitte eine an der Innenseite unseres Armes leicht zu fühlende Anschwellung (b e'), einen sogen. Bauch, während er an beiden Enden in verhältnismäßig sehr schmale Bänder (b c und e' e) ausgeht. Würde der Leser diesen Muskel bloßlegen, was er ja meinetwegen am Arm einer Katze, wo er fast dieselbe Beschaffenheit wie bei uns selbst zeigt, leicht thun kann, so würde er sich ferner überzeugen, daß die erwähnten bandförmigen Endigungen desselben ein ganz anderes Aussehen, wie der dicke Mittelteil haben, indem sie nicht rot, sondern weiß und ferner mehr hart als weich sind. Um es ohne weitere Umschweife zu sagen, sind diese oft schön perlmutterartig glänzenden und überaus zähen und derben Bänder nichts anderes als die jedermann unter dem Namen Flechsen bekannten Sehnen, welche nicht die Fähigkeit der willkürlichen Zusammenziehung oder Kontraktion haben, sondern ähnlich etwa wie die sogen. Laufriemen gewisser künstlicher Maschinen, nur dazu dienen, den vom eigentlichen Motor, dem Muskel, ausgehenden Zug auf die zu bewegenden Teile zu übertragen. Erwägen wir, daß an manchen anderen Abschnitten der tierischen Maschine die Muskeln sich beiderseits mit breiten Endflächen ansetzen, so ist klar, daß hier die Einschaltung schmaler seilartiger Zugbänder ihre ganz besondere Bedeutung haben muß. Der Leser wird auf dieselbe auch leicht von selbst kommen, wenn er

darauf achtet, daß diese Verschmächtigungen des Muskels gerade dort sich vorfinden, wo der Arm gebogen wird, nämlich einerseits an der Schulter und andererseits am Ellbogen; denn man begreift ja ohne weiters, daß die Biegungsfähigkeit sehr behindert würde, wenn der Muskelbauch auf die Beugungsstelle zu liegen käme, ganz abgesehen davon, daß am eingeknickten Muskel auch die Zusammenziehung nicht entsprechend vor sich gehen könnte.

Ich muß nun zunächst mit Rücksicht auf das folgende ein paar Worte über die übliche Bezeichnungsweise der beiden Muskelenden einschalten. Sie ist sehr einfach. Man nennt jenes Ende des Muskels, das auf dem fixiert gedachten Maschinenteil liegt, den Ursprungsansatz (Insertions-) oder auch Stützpunkt, den andern dagegen, also den, der auf der Seite des beweglichen oder mobilen Teiles sich befindet, den Angriffspunkt. Ansatz und Angriff eines Muskels kann aber auch, wie wir in der Folge wiederholt sehen werden, an mehreren und zwar oft weit enfernt liegenden Punkten stattfinden, und werden speziell die Ansatzteile eines Muskels als Köpfe bezeichnet.

Wie die obige Figur zeigt, besitzt der mehr besprochene Unterarmheber oder, wie man ihn aus von selbst einleuchtendem Grunde gewöhnlich nennt, der Unterarmbeuger nur einen einzigen (und zwar an der Speiche liegenden) Angriffspunkt, dagegen (wenigstens) zwei Ansatzteile oder Köpfe (a und c) und dies ist eben die Ursache, warum dieser Muskel in der Anatomie den Namen Zweiköpfiger oder biceps führt.[1])

Es würde nunmehr meine Aufgabe sein, den oben begonnenen Vergleich unserer Arm-Maschinerie mit einem künstlichen Hammerwerk weiter fortzusetzen, ich muß indes den Leser früher noch auf gewisse andere wichtige Grundeigenschaften oder Wirkungen des bisher besprochenen Apparates aufmerksam machen. So überaus einfach derselbe ist, er besteht, um die betreffende Konstruktion noch einmal zu präzisieren, aus zwei den beiden Schenkeln eines Zirkels ähnlichen Stäben, die durch einen da-

[1]) Vergl. das Litteraturverzeichnis am Ende des Buches.

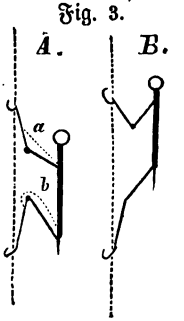
zwischen ausgespannten Muskel — den Biceps — einander genähert werden können, so repräsentiert derselbe doch und zwar eben schon in der angegebenen einfachsten Fassung, die zwei wichtigsten Werkzeuggattungen der Tiere, nämlich das Annäherungs- und das Fortbewegungswerkzeug.

Daß der in Rede stehende Apparat zunächst ein Annäherungs- oder wie man dies nicht immer ganz passend nennt, ein Greifwerkzeug ist, wird dem Leser unter Herbeiziehung der obigen Figur ohne weiteres einleuchten, wenn er sich vorstellt, daß am verbreiterten, unter dem Namen Hand bekannten Endteil des Unterarmes, den wir uns auf dem Tisch ausgestreckt denken, irgend ein Nahrungsobjekt, sagen wir ein Apfel, gelegt wird, und daß sich dann der mehrgenannte Muskel zusammenzieht. Indem nämlich dieser Muskel den Unterarm vom Tisch aufhebt, nähert er ihn und damit auch den Apfel, unserem Körper beziehungsweise dem Munde, und wird der Leser, wenn er dieses trotz seiner Einfachheit so überaus lehrreiche Experiment ausführt, auch bemerken, wie genau die Dimensionen und andere Verhältnisse des betreffenden Hebelwerkes dem angedeuteten Zwecke angepaßt sind; denn der bogenförmige Weg, den das Ende des vom Tisch sich erhebenden Unterarmes beschreibt, führt ja genau zur Mundöffnung hin.

Inwiefern nun aber derselbe einfache Apparat, der dazu dient, ein Außending an unseren Körper heranzubewegen, auch zugleich die umgekehrte Wirkung hervorbringen, d. h. den Körper den Außendingen nähern kann, wird man gleichfalls ohne Schwierigkeit einsehen. Die Erscheinung beruht einfach auf einem Rollenwechsel zwischen dem beweglichen und dem befestigten Hebel. Denken wir uns nämlich, es sei der Unterarm fixiert, dagegen der Oberarm und der damit zusammenhängende übrige Körper beweglich, so ist ja klar, daß dann die Kontraktion oder Verkürzung des zweiköpfigen Muskels letzteren gegen den ersteren hinziehen muß. Inwiefern aber eine solche Anziehung des Oberarmes und der Schulter auch eine wirkliche Ortsveränderung des ganzen Leibes im Gefolge hat, wird dem Leser am besten klar

werden, wenn er sich mit Hilfe nachstehender Figur 3 die zwei Hauptstellungen A und B vergegenwärtigt, die wir beim Stangenklettern einnehmen. Die erstere Position A zeigt den Arm — von den Hintergliedmaßen sei vorläufig ganz abgesehen — in dem Stadium, wo er nach oben gerichtet ist, bezw. wo die Hand einen über dem Kopf liegenden Punkt der Stange umfaßt, und wird man leicht erkennen, daß die sehnenartig den Ellbogenwinkel schneidende Punktlinie a den oft genannten Muskel versinnlicht. Denkt sich nun der Leser, daß dieser Muskel verkürzt wird, so ist klar, daß, solange der Unterarm an der Stange fixiert ist, dies nur auf die Weise möglich ist, daß, wie die Position B veranschaulicht, der Oberarm demselben genähert wird und eine solche Annäherung kann selbstverständlich nur unter gleichzeitiger Hebung des ganzen Körpers stattfinden.

Fig. 3.

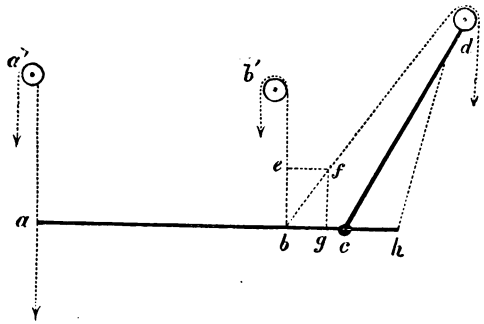


Das eben kurz berührte Emporseilen des Körpers durch den Zug des zweiköpfigen Armbeugers giebt uns zugleich ein gutes Beispiel von der großen Stärke der Muskelkraft, die bei Berücksichtigung der Weichheit dieser Körperteile ganz besonders auffallen muß. Um die wahrhaft kolossale Arbeitsleistung der Muskeln ins richtige Licht zu stellen, sei nur noch erwähnt, daß unter anderem der direkte stärkste Zug unseres Wadenmuskels ein Gewicht von nicht weniger als 5600 Kilogramm zu heben vermag.

Angesichts dieser formidabeln Energie eines Muskels wird man aber unwillkürlich fragen, warum wir dann mit unserem Armbeugemuskel doch höchstens nur ein paar Zentner aufzuheben imstande sind. Die Antwort ist, daß besagter Muskel wegen der Art seines Ansatzes nur einen kleinen Bruchteil seiner vollen Zugkraft zur Geltung bringen kann. Ich will dieses für das Verständnis des Kräfteverbrauches tierischer Maschinen ungemein wichtige Verhältnis etwas näher erläutern.

Es bedeute in Fig. 4 ac den Vorder- und cd den Oberarm, wobei wir uns letzteren wieder unbeweglich denken. Setzen wir nun den Fall, wir hätten einer an der Hand a wirkenden Last von 500 Kilo das Gleichgewicht zu halten, und zwar mittelst eines Muskels, der bei seiner stärksten Kontraktion ein ihm direkt angehängtes Gewicht von ebenfalls 500 Kilo in die Höhe zu heben imstande wäre. Ein solcher Muskel würde nun gedachte Last auch wirklich heben, wenn wir ihn in einer der Schwererichtung gerade entgegengesetzten Richtung aa', also vertikal aufwärts einwirken lassen könnten und zwar gerade so

Fig. 4.



gut wie etwa ein um die fixe Rolle geschlungenes Seil, an das wir ein 500 Kilo schweres Gewicht anhängen. Greift nun aber unser Muskel, wie das beim Armbeuger der Fall ist, nicht am Ende des Hebels, sondern nahe seinem Drehpunkt, z. B. bei b an, so vermöchte er genanntes Gewicht selbst dann nicht mehr zu äquilibrieren, wenn seine Kraftrichtung die günstigste wäre, d. h. wenn sie, ähnlich wie im früheren Falle, senkrecht zur Hebelstange wäre (b'); denn die Wirkung der Kraft wird ja um so schwächer, je kürzer ihr Hebelarm ist. Sagen wir, letzterer betrage den zehnten Teil der ganzen Vorderarmlänge, so ist die wirksame Kraft auch zehnmal geringer, also nur mehr 500 : 10, d. i. 50 Kilo gleichzusetzen. Der zweiköpfige Muskel hat aber begreiflicherweise beim Aufheben eines Gewichtes nicht diese günstige

Richtung; im Gegenteil ist sein Angriffswinkel ein sehr unvorteilhafter (b d) und es kommt sonach von den für seinen Ansatzpunkt angenommenen 50 Kilo, die wir uns durch die Diagonale b f eines Kräfteparallelogramms versinnlicht denken wollen, in der Regel nur eine kleine, zum Hebel senkrecht stehende Teilkraft oder Komponente b e zur Geltung, während der Rest der Kraft (die Komponente b g) für die Hebung verloren geht und bei nicht fixierter Elle nur eine leicht zu beobachtende Verschiebung derselben nach hinten verursacht

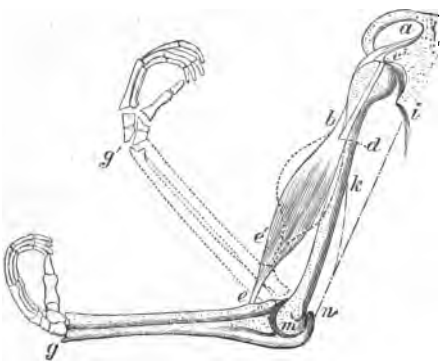
Kehren wir nun wieder zu unserem Vergleich der Armmaschinerie mit dem Hammerwerk zurück.

Der Schlag des Schwanzhammers auf den Ambos kommt bekanntlich dadurch zu stande, daß er, nachdem ihn der Druck der Wellendaume zu einer gewissen Höhe gehoben hat, vermöge seines eigenen Gewichtes wieder herunterfällt. Wesentlich anders verhält es sich dagegen, wie jeder an sich selbst beobachten kann, mit unserem Vorderarm, wenn mit demselben ein Schlag auf die Tischplatte ausgeführt wird. Allerdings kann auch der erhobene Arm in ähnlicher Weise wie der Hammer einfach fallen gelassen werden. Jeder weiß aber, daß, wenn wir einen einigermaßen stärkeren Schlag thun, dies uns eine gewisse Anstrengung kostet und schon daraus können wir schließen, daß die Verstärkung des Schlages oder mit andern Worten die Beschleunigung der Fallbewegung durch besondere Muskeln bewirkt wird. Einer der betreffenden Muskeln ist in der uns schon von früher bekannten Figur 5 (S. 14) durch die Punktlinie i k n angedeutet, und wenn der Leser beachtet, daß derselbe hinter dem Drehpunkt des Vorderarmes nämlich am oben erwähnten Ellbogenfortsatz (n) angreift, und diesbezüglich auch Fig. 4 (h d) zum Vergleich herbeizieht, wird er auch sofort begreifen, daß die Wirkung dieses Muskels jener des Armbeugers gerade entgegengesetzt ist, weshalb man ihn auch als seinen Antagonisten bezeichnet.

Worauf ich aber hier besonders aufmerksam machen wollte, das betrifft nicht das bloße Vorhandensein einer die Fall-

bewegung des Armes beschleunigenden Vorrichtung — eine solche ist ja eigentlich auch der unter dem Schwanz des künstlichen Hammers angebrachte Feder- oder Prellapparat — sondern ein anderes Verhältnis. Jene Leser, welche einmal einen Dampfhammer neuerer Konstruktion in Thätigkeit sahen, werden wissen, daß sich ein solcher von einem Schwanz- oder Hebelhammer dadurch sehr vorteilhaft unterscheidet, daß bei ihm, was bei letzterem nicht möglich ist, die Stärke des auszuführenden Schlages beliebig reguliert werden kann. Diese Regulierbarkeit des Dampfhammers beruht aber darauf, daß nicht nur das Heben, sondern auch das Niederlassen des mit einer Kolbenstange versehenen Hammerklotzes — ähnlich wie bei einer Lokomotive — durch die Spannkraft des Dampfes geschieht, dessen Stärke sich begreiflicherweise durch geeignete Ventile leicht vergrößern oder vermindern läßt.

Fig. 5.



Diese Bewegung des Dampfhammers ist aber sehr geeignet eine gewisse Eigenschaft der Armmaschinerie zu erläutern. Wie beim Dampfhammer haben wir bekanntlich auch hier zwei in entgegengesetzter Richtung wirkende Kräfte: dem Druck des Dampfes auf die untere Fläche des Hammerkolbens, der den Hammer hebt, entspricht offenbar der Zug des Armbeugers, dem auf die obere Kolbenfläche ausgeübten Druck hingegen, der die Fallbewegung des Hammers beschleunigt, der Zug des Armstreckers. Nicht minder paßt aber der Vergleich in bezug auf die Regulierbarkeit der Stärke der in Anwendung kommenden bewegenden Kräfte. Sowie nämlich die Spann- oder Expansionskraft des Dampfes, inner-

halb gewisser Grenzen wenigstens, jenachdem der Maschinenwärter viel oder wenig Dampf zuströmen läßt, beliebig gesteigert oder herabgesetzt werden kann, so verhält es auch mit den Muskeln des Armes und den unserem Willenseinfluß unterworfenen Muskeln überhaupt. Sie können sich nämlich, wie jeder weiß und am besten an einem frischen bloßgelegten Muskel mit Hilfe elektrischer Reizung zu sehen ist, sehr verschieden stark zusammenziehen und dementsprechend auch, wenn sie mit anderen Teilen, wie z. B. den Armknochen verbunden sind, eine bald größere bald kleinere, beziehungsweise eine bald raschere bald langsamere Bewegung hervorrufen.

Die natürlichen oder die Muskelmaschinen, wie ich sie kurz nennen möchte, haben aber noch eine hochwichtige Eigenschaft, wodurch sie alle künstlichen Maschinen, wie bewunderungswürdig deren Bau auch sonst sein mag, weit übertreffen, nämlich, um es kurz zu sagen, die der Selbststeuerung. Allerdings spricht man auch von einem Sichselbstregulieren künstlicher Maschinen; jeder aber, der sich erinnert, daß z. B. keine Lokomotive ohne Mithilfe des Maschinisten in einem beliebigen Augenblick zum Stehen gebracht werden kann, weiß, daß dieses Sichselbststeuern der künstlichen Maschinen mit dem der natürlichen nicht verglichen werden kann.

Vermutlich würde der Leser gerne näheres über den Mechanismus der Muskelmaschinensteuerung erfahren — ich habe mich aber mit Rücksicht auf unser eigentliches Thema, bei diesem Gegenstande ohnehin schon zu lange aufgehalten und will ich in bezug auf den fraglichen Punkt nur noch kurz daran erinnern, daß die Muskeln mit einem über alle Vorstellung komplizierten Apparat, dem Nervensystem in Verbingung stehen, und daß wir in diesem beziehungsweise in den ihm durch die Sinnesorgane vermittelten Reizen die eigentlichen Triebfedern der Muskelbewegung und also der tierischen Bewegungen überhaupt zu suchen haben.

Ich muß nun einige andere, die mechanischen Werkzeuge der Tiere im allgemeinen betreffende Verhältnisse erwähnen.

Wenn von mechanischen Instrumenten der Tiere die Rede

ist, so denkt man sich darunter in der Regel irgend einen harten oder unnachgiebigen Gegenstand, wie z. B. einen Meißel, einen Bohrer u. dergl.. durch dessen Bewegung ein Widerstand überwunden werden soll. Es giebt aber doch auch einige Werkzeuge, die, wie z. B. die Peitsche und andere Schlaginstrumente aus einem mehr biegsamen oder elastischen Material gefertigt sind. Ähnlich verhält es sich nun auch mit den Werkzeugen der Tiere, die man nach der Beschaffenheit des Materials in harte und biegsame einteilen kann. Ein wesentlicher Unterschied liegt aber darin, daß bei den tierischen Werkzeugen das nachgiebige oder elastische Material viel häufiger wie bei den künstlichen Anwendung findet, und daß ferner auch die aus relativ starren Teilen konstruierten Werkzeuge als Ganzes genommen häufig ebenso biegsam wie die ganz aus biegsamem Stoff geformten sind. Indem ich hinsichtlich des letzterwähnten Verhaltens an die Wirbelsäule und insbesondere an den Schwanz der höheren Tiere erinnere, die bekanntlich im allgemeinen ebenso beweglich wie eine dünne Gerte sind, will ich nur noch kurz andeuten, worin denn diese Verschiedenheit ihren Grund hat. Dieselbe beruht darauf, daß bei den künstlichen aus starren Hebeln gebildeten Werkzeugen die Zahl der letzteren verhältnismäßig klein — oder, was dasselbe ist, ihre Längendimensionen relativ sehr groß sind, während die natürlichen Einrichtungen dieser Art, man denke nur an die Wirbelsäule einer Schlange, in der Regel aus sehr zahlreichen und kurzen Stücken zusammengesetzt werden,

Zunächst nun ein paar Worte über die weite Verbreitung der ausschließlich nur aus biegsamen Material geformten Werkzeuge. Ich erinnere diesfalls vor allem an die sogen. Weichtiere, ferner an gewisse Würmer, dann an die Quallen, an die Infusorien u. a., deren Leib teils gar keine, teils nur wenige Hartteile besitzt. So bestehen z. B. die vornehmsten Außenwerkzeuge unserer Weinbergschnecke wie die Fühler und der Fuß durchaus aus weichem Material und ist einzig und allein nur — wenn wir

vom sogen. Liebespfeil absehen — die ihrer Zähne wegen höchst interessante Kauplatte aus härterem Stoffe gebildet. Weiche Werkzeuge findet man aber auch nicht selten bei solchen Tieren, bei denen sonst die meisten Arbeitsgeräte aus hartem Material sind. Man denke nur an die Lippen- und Rüsselbildungen, vor allem aber an die Zunge der Wirbeltiere.

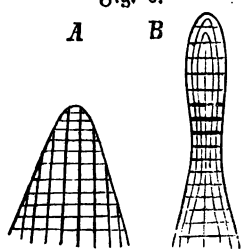
Gerade das letzte Organ ist sehr geeignet, um uns die großen Vorzüge der elastischen Werkzeuge der Tiere gegenüber den analogen künstlichen Einrichtungen klar zu machen, oder richtiger, um uns zu vergegenwärtigen, daß die Technik einen solchen Mechanismus überhaupt nicht zu konstruieren imstande ist. Oder welcher Mechaniker, darf man wohl fragen, hat je im Ernst daran gedacht, ein Werkzeug zu verfertigen, daß sich, wie die Zunge, beliebig verlängern und verkürzen, verbreitern und verschmälern läßt und das nebstbei noch alle nur erdenklichen Windungen zu machen befähigt ist? Das unnachahmliche Prinzip dieser Grundform eines mechanischen Tierwerkzeuges ist aber dies, daß nicht nur, wie wir dies am Arm gesehen haben, das Bewegende aus Muskeln, d. i. aus zusammenziehbarem Gewebe besteht, sondern daß auch das Zubewegende aus solchen zusammengesetzt, mit einem Wort also, zugleich ein Sichselbstbewegendes ist. Ich will dieses interessante Verhalten noch etwas näher erläutern. Wir werden später Vorrichtungen kennen lernen, durch welche die Zunge nach vorn und nach hinten, nach oben und nach unten bewegt wird. Diesen gegenüber ist die Zunge i. e. S. das Zubewegende. Sie kann sich aber auch unabhängig von den betreffenden Muskeln strecken und zusammenziehen, ausbreiten und sich wieder verschmälern und zwar deshalb, weil sie selbst nichts anderes als ein Geflecht von Muskeln ist. Eine ungefähre Vorstellung der Anordnung und Wirkungsweise dieser Muskeln soll nachstehende Fig. 6 geben.

Es sind hier zweierlei solcher kontraktiler Stränge oder Faserbündel, solche, die nach der Länge und andere, welche erstere durchbrechend, nach der Quere verlaufen. Denken wir uns, daß

auf der einen Figur A die Längsfasern im Zustand der Kontraktion oder Verkürzung, die Querfasern dagegen im Zustand der Erschlaffung sich befinden, so ist leicht zu begreifen, daß, wenn sich das Verhältnis umkehrt, d. h. wenn die Längsfasern nachgeben und die Querfasern sich zusammenziehen die Zunge die Form B annimmt. Bemerkt sei nur noch, daß ich bei B die Verschmälerung in der Mitte der Zunge absichtlich gezeichnet habe, um anzudeuten, daß die Zusammenschnürung der Querfasern nicht längs des ganzen Organs gleich stark sein muß.

Nach einem ganz ähnlichen System, wie hier an einem einzelnen Körperteil sind die Muskeln vielfach auch im Leibe gewisser Tiere, z. B. bei manchen Würmern angeordnet, und so wird es dem Leser von selbst klar sein, wie solche Geschöpfe, wie etwa ein mit dem Hinterende an einem Stein befestigter Blutegel, sogenannte züngelnde Bewegungen ausführen können.

Fig. 6.



Schema der eigenen Muskeln der Zunge. Der Grad der Verkürzung derselben wird durch die ungleiche Dicke der Linien angedeutet.

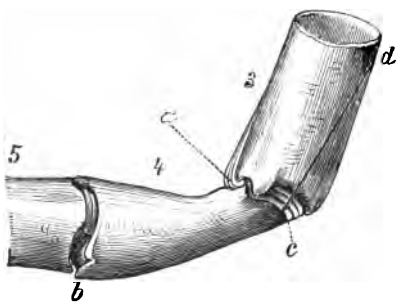
Kehren wir nun wieder zu den aus harten Teilen konstruierten Werkzeugen zurück.

Zuerst möchte ich den Leser darauf aufmerksam machen, daß bei den Tieren zwei ganz verschiedene Systeme oder Konstruktionen dieser Werkzeuge vorkommen. Eins dieser Systeme haben wir schon an unserem Arm kennen gelernt. Es zeichnet sich dadurch aus, daß hier die Hartteile im ganzen solide Stäbe bilden, die, als feste Einlagen im Innern des betreffenden Körperabschnittes liegen. Dasselbe System findet man aber nicht bloß bei den Wirbeltieren, sondern auch bei manchen Wirbellosen. So zeigt z. B. der Arm eines Seesternes eine ganz ähnliche Konstruktion, wie wir sie an der Wirbelsäule antreffen und erstreckt sich die Übereinstimmung zum Teil auch auf das Material der Hartteile, das hier wie dort vorzugsweise aus Kalk besteht. Eine ähnliche

Bauart findet sich ferner auch bei gewissen Korallen, insofern auch hier die Hartteile inwendig und die Weichteile auswendig liegen.

Gerade entgegengesetzt ist die Konstruktion, wie wir sie bei den Krebsen, bei den Insekten und den verwandten Tieren antreffen. Wie jeder, der einmal einen Krebs gegessen hat, weiß, liegt hier (Fig. 7) das Harte auswendig und das Weiche inwendig. Man kann auch sagen: die Hebel der Wirbeltiere, der der Seesterne, u. s. f. sind massive Stäbe, die von den sie bewegenden Muskeln umgeben sind; die Hebel der Krebse und ihrer Verwandten dagegen sind steife Röhren, welche die Muskeln und die anderen Weichteile in sich einschließen.

Fig. 7.



Das 3., 4. und 5. Glied eines Hummerbeines, a,b Gelenke, d c Streckmuskel des 4. Gliedes. (Original.)

Mit dem erwähnten Unterschiede in der Konstruktion der Hebelvorrichtungen hängt aber noch ein anderer zusammen, der sich auf die mechanischen Werkzeuge im engeren Sinne, d. h. auf jene Endteile bezieht, welche die Bestimmung haben, unmittelbar auf die Umgebung einzuwirken.

Wenn wir den Fuß eines Krebses näher ansehen, so finden wir daran bekanntlich (Fig. 7) mehrere Stücke oder Glieder, wovon das letzte oder das Endglied in der Regel die Form einer Scheere hat. Dies Glied ist nun das Werkzeug im engeren Sinne, d. i. jenes Instrument, mit welchem der Krebs eine bestimmte Arbeit verrichtet, indem er z. B. damit einen Gegenstand erfaßt und eventuell entzwei schneidet. Betrachten wir nun das Materiale, aus dem dieses Werkzeug gemacht ist, so sehen wir sofort, daß es ganz dasselbe ist, aus dem auch die übrigen Fußglieder be-

stehen, die nur mittelbar zur Bewegung des Endgliedes beitragen, und dies finden wir auch ganz natürlich, wenn wir bedenken, daß es ja in beiden Fällen die äußerste Körperschicht oder die Haut ist, welche das Material für die Hartteile darbietet.

Dies Verhalten erwähnte ich aber deshalb, um dem Leser klar zu machen, daß es bei den Wirbeltieren ganz anders ist.

Nehmen wir als Analogon des Krebsfußes wieder unseren Arm, so können wir die aus dem Daumen und den Fingern gebildete Zange des letzteren der Schere des Krebsfußes gleichsetzen, und ist dieser Vergleich auch insofern zutreffend, als die Finger bekanntlich mit besonderen harten Außenteilen, nämlich den Nägeln versehen sind, mit deren Hilfe wir ähnlich wie mit der Krebsschere feste Gegenstände zerkleinern können. Was man hier aber beachten wolle ist das, daß die genannten Arbeitsgeräte, ich meine die Nägel, aus einem ganz anderen Materiale wie die die einzelnen Finger- und Armglieder stützenden Hartteile bestehen. Wir können auch sagen, man hat es hier mit zweierlei Hartteilen zu thun, nämlich mit inneren, die aus Knochen oder Knorpel gebildet sind und mit äußeren, den eigentlichen Werkzeugen, die, wie die Nägel, die Krallen, die Hufe, die Schnäbel, die Hörner, die Zähne u. s. f. nichts anderes als eigentümlich umgewandelte Teile der äußeren Haut sind.[2])

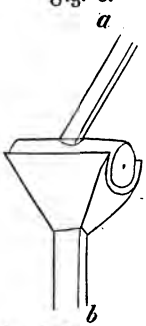
Wenn aber auch bei den Wirbeltieren die eigentlichen Werkzeuge, also die gewissen Hartteile der Haut mit den inneren Stützorganen, d. i. den Knochen nicht unmittelbar zusammenhängen, so sind sie mit ihnen doch in der Regel, was für ihre Widerstandsfähigkeit von großer Bedeutung ist, derart innig verbunden, als ob sie mit denselben ein untrennbares Ganzes ausmachten. So hängt beispielsweise die Hornkralle des Katzenfußes mit dem herzförmigen Knochenteil des Endgliedes der Zehe so enge zusammen, daß man beide Teile nur mit Anwendung großer Gewalt voneinander trennen kann und analog verhält sichs u. a. auch mit den Hörnern der Wiederkäuer, die auf

besonderen Knochenzapfen des Schädels aufsitzen und gewissermaßen nur eine Fortsetzung oder Verlängerung derselben darstellen.

Zum näheren Verständnis jener Werkzeuge, die, wie unser Arm, oder der Fuß des Krebses aus gegeneinander drehbaren starren Hebeln bestehen, erübrigt uns noch die Betrachtung eines äußerst wichtigen Verhältnisses. Es fragt sich nämlich, wie denn diese Teile miteinander verbunden oder mit einem Wort, wie die Gelenke derselben beschaffen sind.

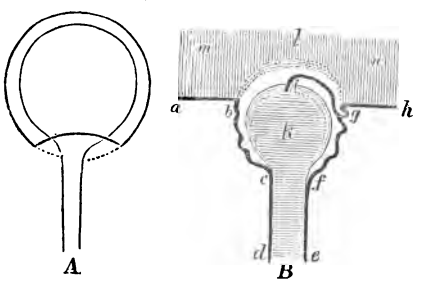
Um einen möglichst klaren Begriff von den natürlichen Gelenken zu erhalten, dürfte es das beste sein, wenn wir uns zu-

Fig. 8.



Scharniergelenk mit cylindrischen Gleitflächen.

Fig. 9.



A künstliches, B natürliches Nuß- oder Kugelgelenk.

nächst die Hauptformen der künstlichen Gelenke vor Augen führen. Solcher können wir füglich, wenn wir zunächst von den zahlreichen Unterarten absehen, zwei unterscheiden, die ich kurz als Achsen- und als Pfannengelenk bezeichnen will. Unter einem Achsengelenk, das, wie gleich erwähnt sein mag, in der Technik weitaus die häufigste Anwendung findet, verstehe ich jene allgemein bekannte Drehvorrichtung, wie sie an den Thürangeln und an den Taschenmessern vorkommt. Das Wesen derselben besteht darin, daß der eine von den zwei gegeneinander beweglichen Teilen und zwar meist der mobile, an einem Ende von einem runden Loch durchbohrt ist, und daß durch diese Bohrung ein Stift oder eine

sogen. Achse geht, welche auf irgend eine Art am anderen Teil, den man sich in der Regel fixiert zu denken hat, befestigt ist. Was die zweite Hauptgelenkform, also das Pfannengelenk betrifft, so tritt dasselbe unter außerordentlich mannigfaltigen Gestaltungen auf. Eine Form desselben wird durch vorstehende Fig. 8 veranschaulicht. Wir haben da einen Körper b, der oben einen mehr als einen Halbkreis umspannende pfannenartige Aushöhlung besitzt und einen anderen Teil a, dessen Ende walzenartig abgerundet ist. Wie man sieht, kann sich hier der Teil a ohne weitere Vorrichtung in der Pfanne des Lagers herumdrehen; man begreift aber auch sofort, daß diese Drehung niemals, wie dies beim Achsengelenk möglich ist, einen vollständigen Kreis bilden kann. Eine andere wichtige Form des Pfannengelenkes ist dann das sogen. Kugel- oder Nußgelenk, Fig. 9 A, bei welchem der zu drehende Teil am Gelenkende kugelartig verdickt ist und sich in einer entsprechenden Hülse bewegt, die wieder soweit verengt ist, daß der Gelenkkopf des andern Teiles nicht herausfällt. Der Leser wird ohne weiteres einsehen, daß die Bewegungsweise an einem solchen Nußgelenke eine wesentlich andere wie am früher beschriebenen Pfannengelenk und am sogen. Achsengelenk ist. Während bei den letztgenannten zwei Gelenken eine Drehung nur in einer Ebene oder um eine (wirkliche oder ideale) Achse möglich ist, läßt sich am Nußgelenk eine Rotation nach allen Seiten ausführen oder es giebt unendlich viele Achsen, um welche eine Drehung statthaft ist. Aus diesem Grunde bezeichnet man auch das Nußgelenk als freies Gelenk im Gegensatz zum Achsen- und Walzengelenk, die man als Scharnier- oder Winkelgelenke zusammenfaßt.

Eine dritte Gattung des Pfannengelenkes, die in der Technik nicht selten in Gebrauch steht, wird durch Fig. 10 A und B, versinnlicht. Das Charakteristische derselben ist, daß der zu drehende Körper a auf oder in zwei voneinander entfernten Pfannen b, c ruht, weshalb man diese Verbindungsweise auch kurz als Doppelpfannengelenk bezeichnen kann.

Gehen wir nun zu den Gelenken der tierischen oder natürlichen Maschinen über, so müssen wir den Leser vor allem daran erinnern, daß jene Gelenkform, die bei den künstlichen Maschinen weitaus die häufigste ist, nämlich das Achsen- oder Taschenmesser-gelenk hier gar nirgends vorkommt, und daß somit alle tierischen Gelenke Pfannengelenke sind. Weiter zeigt sich dann, daß auch in der Konstruktion der letzteren zwischen den künstlichen und natürlichen Maschinen ein sehr wesentlicher Unterschied besteht. Während nämlich alle künstlichen Pfannengelenke mit geringen Ausnahmen so gebaut sind, daß die beiden Hebel derselben, wie

Fig. 10.

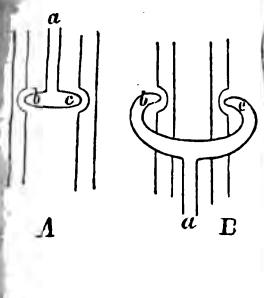


Fig. 11.

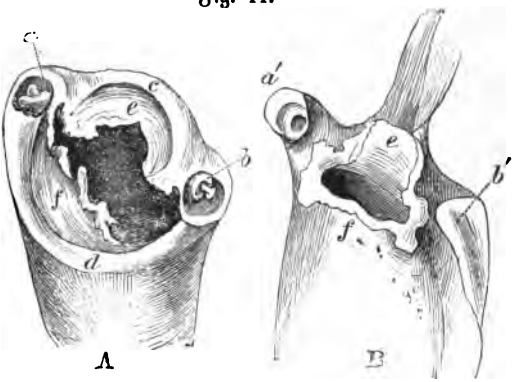


Fig. 10 künstliches, Fig. 11 natürliches Doppelpfannen- oder Zapfengelenk, letzteres vom Fuß einer Meerspinne nach Prof. Langer.

beim Taschenmessergelenk, ohne weitere Hilfsvorrichtungen unzertrennlich miteinander verbunden sind, hängen bei den natürlichen Pfannengelenken die festen Teile als solche in der Regel nur ganz lose aneinander und bedürfen zum Zwecke einer festen Vereinigung besonderer Bindemittel. Dies wichtige Verhalten soll gleich näher erläutert werden.

Wenn wir einen festen Körper um einen anderen nach verschiedenen Richtungen herumdrehen wollen, bedienen wir uns des Nußgelenkes (Fig. 9 A), dessen Hülse bekanntlich den Kopf des Drehstückes soweit umfaßt, daß letzteres, auch wenn es vertikal

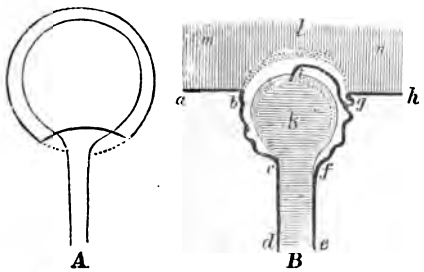
herabhängt, nicht herausfallen kann. Eine ähnliche Aufgabe, wie wir sie uns gestellt haben, hat nun bekanntlich auch unser, in der Hüfte eingelenktes Bein, mit dem wir auch oft sogenannte Trichterbewegungen zu machen haben. Besehen wir uns nun das betreffende Gelenk an einem Skelett (Fig. 12), so bemerken wir, daß dasselbe kein eigentliches Nußgelenk ist, in welchem der Kopf des Schenkels in der Pfanne der Hüfte festsitzt, sondern, falls wir ihn nicht künstlich unterstützen, aus derselben herausfällt. Ein solches seichtes Pfannengelenk gewährt aber offenbar gegenüber einem tieferen den wichtigen Vorteil, daß sich der eingelenkte Teil gegen den fixen viel stärker bewegen läßt, oder daß er mit anderen Worten größerer Exkursionen fähig ist. Noch viel flacher als an der Hüfte ist das Gelenk an der Schulter und diesem Umstande verdanken wir es auch, daß die Bewegung des Armes eine so ungemein freie ist.

Sehen wir nun auf welche Weise bei den erwähnten Knochengelenken der erforderliche Zusammenhalt hergestellt wird. Um uns hierüber eine richtige Vorstellung zu verschaffen, müssen wir uns unbedingt ein passendes Gelenk, sagen wir etwa das des Ellbogens irgend eines Tieres, z. B. einer Katze im natürlichen Zustand ansehen. Entfernen wir zu diesem Zwecke alle Muskeln, so bemerken wir von den Gelenkflächen der freigelegten zwei Knochen noch gar nichts, ja es hat den Anschein, als ob die betreffenden Hartteile ein einziges Ganzes ausmachten. Dies ist nun in gewisser Hinsicht auch wirklich der Fall, und zwar verhält es sich damit folgendermaßen.

An jedem frisch entblößten Knochen hat man außer dem eigentlichen Hartgebilde, das weitaus die größte Masse des Knochens ausmacht, noch einen dünnen mehr weichen Überzug, gewissermaßen ein Futteral, zu unterscheiden, das man als Beinhaut bezeichnet und welches bei der Verfertigung der Skelette in der Regel abgeschabt wird. Zur besseren Orientierung des Lesers ist in nachstehender Figur 13, welche einen Längsschnitt durch das Ellbogengelenk darstellt, die Beinhaut durch eine dicke schwarze

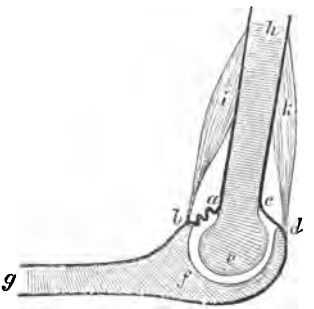
Einfassungslinie bezeichnet, während der eigentliche Knochen schraffiert wurde. Nun beachte man weiter, daß die Beinhaut nicht auf die End- oder Gelenkflächen der Knochen übergeht, sondern sich frei über das Gelenk hinwegsetzt und sich mit der Beinhaut des anstoßenden Knochens verbindet. Wir können uns die Sache noch deutlicher machen, wenn wir zwei feste Stäbe, sagen wir zwei Bleistifte der Länge nach aneinander halten und dann ein gut anschließendes Kautschukrohr darüberziehen. Der Teil der Beinhaut nun, der über das Gelenk hinwegzieht (in unserer Figur 13 b a und d c), bezeichnet man als Kapselband, und diese Einrichtung ist es eben vorzugsweise, welche die Knochen aneinander knüpft. Im wesentlichen denselben Verband wie am Ellbogengelenk finden wir auch an dem früher erwähnten Hüftgelenk (Fig. 12). Die dunkle Linie a b und g h bezeichnet die Beinhaut der Hüfte, d c und e f jene des Schenkels und c b und f g bilden das Kapselband, durch das der Schenkel am Rande der Hüftpfanne aufgehängt wird. Außer dem eigentlichen Kapselband sieht man aber hier noch einen vom letzteren nach innen gehenden Strang g l, der sich in der Mitte der

Fig. 12.



B. Schema eines Hüftgelenkes.
Die schraffierten Teile bedeuten die Knochen- die punktierten die Knorpelsubstanz, die dunkeln Linien die Beinhaut resp. (b c u. g f) die häutige Gelenkkapsel.

Fig. 13.

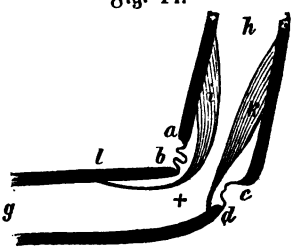


Schema eines Ellbogengelenkes im Längsdurchschnitt. c b Beuge-, k d Streckmuskel, a b, c d Gelenkkapsel.

Pfanne befestigt und als eine weitere Tragvorrichtung dient (Fig. 15).

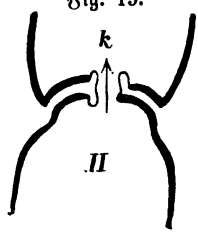
Wenn ich oben das Kapselband durch ein über die aneinanderstoßenden Hartteile gestülptes Kautschukrohr veranschaulichte, so ist dieser Vergleich auch insofern passend, als derselbe ähnlich wie letzteres eine große Elastizität oder Federkraft besitzt. Welche Bedeutung diese Eigenschaft aber für das Gelenk hat, wird der Leser mit Hilfe der schon früher besprochenen Figur leicht begreifen. Zunächst ist klar, daß durch eine solche elastische Bandverbindung die betreffenden Knochen fest aneinander gehalten werden. Weiter wolle man dann dies beachten. Wird der Vorderarm, wie dies die gedachte Figur 13 veranschaulicht, gegen den Oberarm gebeugt, so wird natürlich der hintere Teil des Kapselbandes c d gewaltsam ausgedehnt oder in die Länge gezogen, während sich der vordere Abschnitt b a in Falten legt.

Fig. 14.



Ein Scharniergelenk von einem Insekt oder Krebs [vgl. Fig. 7]. Die dicken Linien bedeuten die äußere harte Haut, a b, c d durch Verdünnung dieser Haut gebildete Gelenkfalten. — + bezeichnet die Drehungsaxe. i l Beuge, k d Streckmuskel.

Fig. 15.

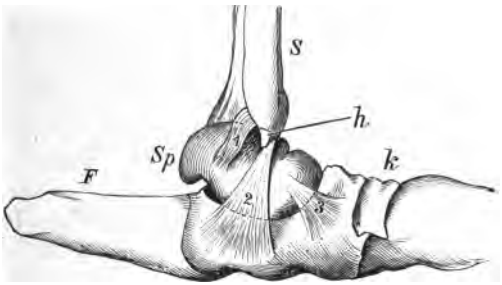


Schema eines freien Kugelgelenkes zwischen Kopf (k) und Hals (H) eines Insektes.

Überlassen wir dann den Vorderarm sich selbst, so wird derselbe wieder durch den Zug des ausgespannten hinteren Kapselbandteiles in seine Ruhelage zurückgeführt. Diese Wirkung des Kapselbandes könnten wir uns auch einigermaßen am skelettierten Arm vergegenwärtigen, wenn wir anstatt eines geschlossenen Ringbandes vor und hinter dem Gelenk Drahtfedern anbrächten, wie solche zur Verbindung loser Knochen an besseren Skeletten auch in der That befestigt zu werden pflegen.

Der Leser glaube aber ja nicht, daß etwa das Kapselband, das wir jetzt behandelt haben, das einzige Ligament sei, durch welches zwei Knochen aneinander geheftet werden. Im Gegenteil unterscheidet man an den meisten Gelenken außer diesem einen Band noch ein ganzes System von Neben- oder Hilfsbändern, deren Bau und Anordnung manchmal z. B. am Fuß- oder Handgelenk so kompliziert ist, daß eine genauere Beschreibung derselben den Raum des ganzen Buches in Anspruch nehmen würde. Der Leser muß sich damit bescheiden, daß ich ihm in beistehender Fig. 16

Fig. 16.



Linkes Sprunggelenk vom Rind nach Prof. Langer. S Schienbein. h Knöchel, F Fersen- (calcaneus), Sp Sprungbein (Astragalus), k Kahnbein (naviculare), 1, 2, 3 die äußern Seitenbänder.

ein paar Hilfsbänder vom Sprunggelenk eines Rindes vor Augen führe. Hierin bedeutet S das untere Ende des Schienbeins, F k den Fuß, an dem aber nur der lange Fersenhebel F ganz zu sehen ist, während die an das Kahnbein k anstoßenden Mittelfußbeine und die Zehen fehlen. Die Verbindung zwischen der Schiene und dem Fuß vermittelt ein äußerst kunstvoll gebauter Zwischenknochen, nämlich das Sprungbein Sp, das, wie man sieht, zwei Gelenkköpfe trägt, einen oberen, auf dem das Schienbein hin- und hergleitet und einen unteren, der, wie die Bahn eines Schaukelstuhles, in einer Pfanne des Fersenbeines spielt. Der Leser hat sich nun zunächst vorzustellen, daß das Sprungbein einerseits mit der Schiene und andererseits mit der Ferse durch ein

Kapselband verknüpft ist, das aber in der Zeichnung nicht angedeutet ist. Dafür bemerkt man an der Seite unseres Gelenkes drei sogenannte Hilfsbänder, nämlich eins (1) zwischen der Schiene und dem Sprungbein und zwei (2, 3) zwischen letzterem und der Ferse, und es ergiebt sich ferner von selbst, daß diese Ligamente vor allem einer seitlichen Verstauchung des Fußes vorzubeugen haben.

Die Wirbeltiergelenke besitzen aber außer ihren kunstvollen Bändern noch andere Eigenschaften, die für die Bewegung, sowie für den festen Zusammenhalt der Knochen nicht minder wichtig wie letztere sind.

Ein Haupterfordernis eines künstlichen Pfannengelenkes ist bekanntlich das, daß die Führungsflächen derselben möglichst fein abgeschliffen oder poliert sind; denn im anderen Falle geht ja ein großer Teil der bewegenden Kraft mit der Überwindung der Reibungswiderstände verloren.

Was nun die Politur der Gleitflächen an den Knochengelenken betrifft, so müssen wir wohl sagen, daß dieselbe eine viel vollkommenere wie an den künstlichen Gelenken ist. Der Leser betrachte nur einmal von diesem Gesichtspunkt aus das Schenkel-Hüftgelenk irgend eines Wirbeltieres, sagen wir einer Katze. Während die außerhalb des Gelenkes befindlichen Teile der betreffenden Knochen eine ziemlich rauhe Beschaffenheit haben, sind die Flächen, mit denen sie aneinander stoßen, so fein abgeschliffen, daß sie förmlich spiegeln. Diese Glätte der Knochengelenkflächen wird aber noch vermehrt durch die Gegenwart eines glasigen Schleimes, der sogen. Synovia, die auf der Innenseite des Gelenkkapselbandes abgesondert wird, und die, gleich dem Öl, das man auf die künstlichen Gelenke tröpfelt, alle Unebenheiten der Gleitflächen ausgleicht. Diese natürliche Gelenkschmiere hat aber außerdem, daß sie die Gleitflächen schlüpfriger macht, noch eine andere wichtige Bedeutung. Der Leser weiß, daß man eine Glasplatte ohne weitere Unterstützung an eine andere hängen kann, wenn man zwischen dieselben etwas Wasser bringt und sie stark

aneinander drückt, und bezeichnet man bekanntlich diese Art von Anziehung als Adhäsion. Dasselbe findet nun auch zwischen den sich berührenden Flächen zweier Knochen statt und speziell mit Bezug auf das Hüftgelenk können wir sagen, daß ein beträchtlicher Teil des Schenkelgewichtes eben durch die erwähnte Anziehungskraft getragen wird.

Es kommt aber außerdem noch eine andere die Knochen aneinander drückende Kraft zur Geltung, die so stark ist, daß der Bandapparat in gewisser Hinsicht ganz entbehrlich ist. Um sich eine recht anschauliche Vorstellung zu machen, um was es sich da handelt, empfehlen wir dem Leser nachstehendes Experiment, das ihn, wenn er es wirklich anstellt, gewiß in hohem Grade interessieren wird. Wir nehmen ein größeres Tier, etwa einen Hund oder eine Katze und legen ein Hüftgelenk bloß, indem wir alle Muskeln und auch die Bänder entfernen. Heben wir nun das Tier in die Höhe, so sind wir nicht wenig überrascht zu sehen, daß der Schenkel nicht aus der seichten Pfanne herausfällt. Hierauf machen wir mit einem Bohrer vom Innern des Beckens aus ein Loch gegen den Mittelpunkt der an der äußeren Beckenseite gelegenen Hüftpfanne. Sobald nun dieses Loch mit der Gelenkhöhle kommuniziert, verliert der Schenkel augenblicklich seinen Halt und fällt herunter. Die Erklärung für diese Erscheinung hat sich der Leser auf Grund des Versuches wohl schon selbst gegeben. Der Schenkel wird durch den Druck der äußeren Luft in die Pfanne hineingepreßt und fällt dann selbstverständlich herab, wenn durch die erwähnte Bohrung der Luft auch der Zutritt von der entgegengesetzten Seite eröffnet wird. Daß dem wirklich so sei, lehrt ein weiterer Versuch. Drückt man nämlich den Schenkelkopf wieder in die Pfanne hinein und verschließt mit dem Finger die künstlich gemachte Öffnung, so sitzt das Bein wieder so fest, wie früher, ehe die Hüfte angebohrt wurde.

Die Knochengelenke erwecken aber nicht nur durch den kunstvollen Bandapparat, durch ihren Luftdruckverschluß und ihre

feine Politur den Neid des Mechanikers, es ist namentlich noch eine Einrichtung, die unsere größte Bewunderung erregt.

Wenn sich der Leser vergegenwärtigt, daß die Knochen unseres Skeletts im ganzen sehr spröder Natur sind, so muß es ihm doch zu denken geben, wie es denn kommt, daß dasselbe bei den starken Stößen, denen es vielfach ausgesetzt ist, so selten beschädigt wird. So sollten wir doch glauben, daß, wenn wir beispielsweise von einem sehr hohen Punkte auf den harten Boden springen, die Schenkel oder das Hüftbein in Trümmer gehen müßten, da ja beim Auffallen auf die feste Unterlage die betreffenden Knochen mit großer Gewalt aufeinander prallen. Daß dies nicht geschieht, hat nun eben vorzugsweise in einer gewissen Beschaffenheit der ineinander gelenkten Knochenenden seinen Grund. Wenn der Leser irgend ein Gelenk frisch präpariert, so wird er sofort sehen, daß die ganze Substanz der Knochenenden eine andere ist als die des übrigen Teiles. Um es kurz zu sagen, sind die Knochen an ihren Gelenkflächen mit einer dünnen Lage von Knorpel überzogen, der bekanntlich eine mehr weiche Beschaffenheit und nicht eine weiße, sondern eine bläuliche Farbe hat. Zur besseren Veranschaulichung der Beziehung zwischen Knochen und Knorpel blicke man auf Fig. 12 (S. 25) zurück, worin die Knorpelschicht der Gelenkpfanne und des Gelenkkopfes durch Punktierung bezeichnet ist. Außerdem wolle man noch beachten, daß sich die Beinhaut (z. B. d c) dort vom Knochen abzuheben beginnt, wo der vom Rande gegen die Mitte an Dicke zunehmende Knorpelüberzug anfängt. Dieser Knorpel hat nun, abgesehen davon, daß er den Gleitflächen eine größere Glätte verleiht, vor allem noch das Besondere, daß er bei großer Widerstandsfähigkeit auch noch eine gewisse Elastizität besitzt. Diese Eigenschaft ist es nun, vermöge welcher die auf die ineinander gelenkten Knochen wirkenden Stöße abgeschwächt werden, indem ein Teil des Stoßes zur Zusammenpressung der Knorpellagen verwendet und dadurch also in Spannkraft umgesetzt wird. Die Bedeutung dieser elastischen Knorpeleinlagen ist also, um einen allerdings etwas

weit hergeholten Vergleich zu ziehen, eine ähnliche wie die der federnden Stoßscheiben oder Puffer zwischen den einzelnen Waggons eines Trains, die bekanntlich ohne diese Einrichtung beim Zusammentreffen sehr heftige Erschütterungen erleiden [3]).

Auf Grund der bisherigen Darstellung könnte man leicht auf die Meinung kommen, daß an den knöchernen Hebeln der Wirbeltierwerkzeuge nur die Gelenkenden unser Interesse verdienen, und daß über den Bau und die Beschaffenheit des übrigen Teiles nichts Besonderes zu sagen wäre. Und doch ist jeder Knochen — ganz abgesehen von der wunderbaren Eigenschaft, daß er sich fortwährend selbst erneuert — eins der größten mechanischen Kunstwerke, die wir uns denken können. Leider kann ich auf die betreffenden Verhältnisse nicht näher eingehen und muß mich darauf beschränken zu sagen, daß die knöchernen Hebel, wie man am besten an geeigneten Schnitten durch dieselben sieht, nicht wie die Bestandteile künstlicher Maschinen durch und durch solid gebaut oder allenfalls einfach ausgehöhlt sind, sondern daß sie innerlich aus einem System von Balken und Strebepfeilern bestehen, das weit komplizierter und den auf die verschiedenen Teile des Knochens wirkenden Druck- und Zugkräften besser angepaßt ist, als das Sparrenwerk eines Dachstuhles oder das einer Hängebrücke.[4])

II. Kapitel.

Die Konstruktion der Wirbeltier-Maschine und ihrer als Werkzeuge dienenden Haupthebel.

Will man zu einem richtigen Verständnis der Bedeutung r einzelnen Bestandteile oder Werkstücke irgend einer kompli-rteren Maschine gelangen, so ist es, wie leicht zu begreifen, or allem notwendig, daß man sich einen richtigen Begriff von

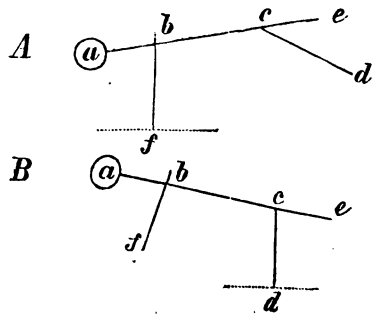
der allgemeinen Konstruktion, oder, wie man es nennt, vom System verschafft, nach welchem die Maschine aufgebaut ist.

Ganz ebenso werden wir nun selbstredend auch mit den als Werkzeuge dienenden hebelartigen Teilen der Bewegungsmaschine der uns in diesem Band allein interessierenden Wirbeltiere zu verfahren haben, die sich, was zu sehen wiederholt Gelegenheit sein wird, auch nur in ihrem gegenseitigen Zusammenhang richtig beurteilen lassen, und in dem Sinne lade ich nun den Leser ein, sich mit dem Hebelsystem eines solchen Tieres, wozu wir die Katze wählen (vgl. S. 48), etwas näher vertraut zu machen.

Sollten wir die Konstruktion des Katzenkörpers nach Art einer künstlichen Maschine charakterisieren, so läßt sich das keineswegs so leicht bewerkstelligen, wie man sich denken mag. Was sich hierüber in kurzem sagen ließe, wäre höchstens so viel, daß der Mechanismus der Katze aus einem größeren, festen Tragbalken, der Wirbelsäule besteht, an dem mehrfache zur Einwirkung auf die Umgebung geeignete bewegliche Anhänge oder Hebel sich befinden. Sehen wir von zwei dieser Haupthebel, nämlich vom Kopf, der am vorderen Ende des Tragbalkens sich befindet, und vom Schwanz, der sein hinteres Ende bildet, ab, so könnten wir, wie dies häufig geschieht, den übrigbleibenden Rumpf der Wirbelsäule mit dem Bogen einer Brücke vergleichen, der durch zwei Paar Pfeiler, nämlich durch die vorderen und hinteren Gliedmaßen getragen wird. Denkt der Leser indes an gewisse, unter anderem z. B. beim Turnen auch von uns ausgeführte Stellungsveränderungen dieser Maschine, so muß er sich selbst sagen, daß obige Parallele nur eine sehr beschränkte Gültigkeit hat. Mit Rücksicht auf das folgende wollen wir uns mit Hilfe nachstehender Figur Fig. 17 A eine solche Stellungsveränderung etwas näher ansehen. Der Leser weiß, daß z. B. beim Pferde die hinteren Gliedmaßen (c d) außer zur Stütze und Fortbewegung des Körpers gelegentlich auch, wenn es sich nämlich verteidigt, als Schlagwerkzeuge dienen, und

es ist ihm ferner bekannt, daß sich das Pferd, wenn es von diesen Waffen Gebrauch macht, mitunter, um einen recht kräftigen Schlag zu thun, auf die Vorderbeine (b f) allein stützt und den ganzen Hinterkörper emporhebt. Was man nun hierbei besonders beachten wolle, ist dies, daß im angegebenen Fall das Hebelwerk, durch den der Schlag geführt wird, nicht vom Fuß allein gebildet wird, sondern daß auch die ganze Rumpfwirbelsäule (b c) dazu gehört, insofern sich dieselbe, was eben unsere Figur veranschaulichen soll, nach Art eines Schlagbaumes zwischen den zwei säulenartigen Vorderbeinen (b f) auf- und niederbewegt.

Fig. 17.



Schema zur Erläuterung der Stellungsveränderung der Wirbeltier-Maschine. a Kopf. a b Hals-, b c Rumpf-, c e Schwanz-Wirbelsäule. b f Vorder-, c d Hinterbeine. A Position eines mit den Hinterbeinen ausschlagenden Pferdes. B eines stoßenden Widders

Eine ähnliche Verlängerung eines Hebels durch die Verbindung oder Kombination mit der Wirbelsäule, wie wir sie hier betreffs der Hinterbeine kennen gelernt haben, findet man aber auch vielfach in bezug auf den Kopf, und da letzterer bekanntlich das Hauptwerkzeug aller Tiere ist, müssen wir das betreffende Verhältnis ganz besonders ins Auge fassen.

Wenn man sich gegenwärtig hält, wie irgend ein Horntier, z. B. ein Stier mit Hilfe seines Kopfes einen schweren Körper in die Luft schleudert — Büffel sollen gelegentlich mit anderen Tieren förmlich Fangball spielen — oder wie der Eber denselben als Brecheisen verwendet, so wird man zunächst einsehen, daß dieser Körperteil als Ganzes genommen, d. h. ganz abgesehen von seinen später zu betrachtenden Zuthaten und Anhängen wirklich den Namen eines Werkzeuges verdient. Die angeführten Beispiele zeigen aber auch, daß es hier

und in vielen anderen Fällen nicht der Kopf allein ist, der die Verrichtung eines Hebels übernimmt, sondern daß letzterer sozusagen nur der eigentümlich geformte Endteil eines längeren Hebels ist, der durch die unter dem Namen Hals allgemein bekannte vordere Verlängerung der Wirbelsäule gebildet wird. Dieser Stiel oder Hebel des Kopfes ist aber — und dies wolle man besonders beherzigen, — noch einer weiteren Verlängerung fähig als sie die Halswirbelsäule ermöglicht, indem unter Umständen z. B. bei mit aufgerichtetem Körper miteinander stoßenden Widdern (Schema Fig. 17 B), in ähnlicher Weise wie oben beim ausschlagenden Pferd, noch die ganze Rumpfwirbelsäule dazu kommt.

Im Rückgrat der Wirbeltiere haben wir aber nicht nur eine Einrichtung vor uns, welche wie in den eben angeführten Fällen die eigentlichen mechanischen Werkzeuge des Körpers, wie die Beine, den Kopfhebel und auch den Schweif in ihren verschiedenen Arbeitsleistungen unterstützt, sondern es kann dasselbe, wie wir gleich sehen werden, unter Umständen auch als ein selbständiges Werkzeug funktionieren, beziehungsweise die Stelle der gewöhnlichen Arbeitsgeräte vertreten.

Setzen wir den Fall, wir seien dem Angriff einer größeren Wickelschlange ausgesetzt, so würden wir sie unwillkürlich mit unseren Greifwerkzeugen, d. i. den Händen erfassen und mit diesen natürlichen Zangen zu erdrücken suchen. Nun beachte man, wie ganz anders die angreifende Schlange mit uns selbst verfährt. In Ermangelung von analogen Greifwerkzeugen wie wir und viele vierfüßige Wirbeltiere sie haben, ist sie bekanntlich doch im stande uns unwiderstehlich festzuhalten und zwar einfach dadurch, daß sie ihren ganzen gliedmaßenlosen Körper um uns herumschlingt.

Nachdem wir uns nun durch Betrachtung einiger spezieller Fälle einen ungefähren Begriff gebildet haben, wie die Wirbeltiermaschine im allgemeinen eingerichtet ist und wodurch sie sich von gewöhnlichen oder künstlichen Maschinen unterscheidet, müssen wir uns mit dem Bau und insbesondere mit dem Bewegungsmechanismus ihrer

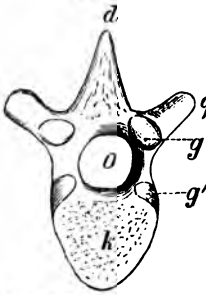
Hauptteile auch etwas näher bekannt machen, und wollen wir uns zunächst die Wirbelsäule ansehen.

Wenn wir das Rückgrat eines kleineren Tieres, sagen wir wieder einer Katze, an dem aber noch die Bänder erhalten sind, als ein Ganzes betrachten, so verhält sich dasselbe im wesentlichen genau so, wie ein elastischer Stab. Sowie etwa ein entsprechend dickes spanisches Rohr verschiedenartig gebogen werden kann und wenn die Biegungsgewalt zu wirken aufhört, sich wieder vermöge seiner Spannkraft gerade streckt, ebenso ist auch das Rückgrat verschiedener Krümmungen fähig und nimmt gleichfalls von selbst wieder seine ursprüngliche Form an. Die Ähnlichkeit geht aber noch weiter. Wenn man ein spanisches Rohr zu einem Bogen krümmt und hierauf sich selbst überläßt, so wird dasselbe bekanntlich, indem es sich gerade streckt, zugleich eine Strecke fortgeschnellt. Am Katzenrückgrat beobachten wir nun genau dieselbe Erscheinung und die bekannten, starken Sprungbewegungen dieser Geschöpfe und vieler anderer Wirbeltiere beruhen vornehmlich darauf, daß das Rückgrat zu einem Buckel zusammengezogen und dann plötzlich wieder gestreckt wird.

Die Vergleichung des Rückgrates mit einem elastischen Stab ist aber auch insofern am Platze, als es bei gewissen niederen Wirbeltieren faktisch nichts anderes als ein einfacher Knorpelstrang ist, der sich ungefähr so wie ein Stück Darmsaite verhält. Bei der Katze und bei den meisten anderen hierher gehörigen Tieren ist die Sache aber bekanntlich insofern anders, als das Rückgrat aus einer größeren Zahl kurzer und an und für sich ganz starrer Knochenstücke, den Wirbeln, besteht, die durch Bänder und Gelenke zu einem einheitlichen System, der Wirbelsäule, verbunden sind. Diese Elemente der Wirbelsäule haben aber eine ganz besondere Gestalt, die mit der Aufgabe, welcher sie dienen, auf das innigste zusammenhängt. Im allgemeinen und namentlich am Halsteil erinnern sie an die Form eines Siegelringes, indem sie (vgl. Fig. 18) aus einem verdickten oder massiven und aus einem in der Mitte durchbrochenen Teil be-

stehen. Der letztere, beziehungsweise das rundlich-dreieckige Loch (o) dient zur Beherbergung des Rückenmarkes, während der massive Abschnitt, der bei der wagrechten Wirbelsäule nach unten, bei der vertikal gestellten nach vorn sieht, den eigentlichen festen Körper des Wirbels darstellt. Was dann die Verbindungsweise der einzelnen Rückgratstücke anlangt, so ist dieselbe eine verschiedene. Bei den Schlangen z. B. geschieht sie vermittelst eines freien Pfannengelenkes, indem die Endfläche eines Wirbels eine Grube bildet, während die anstoßende Endfläche des Nachbarwirbels einen Kopf formiert, der sich in dieser Grube drehen kann. Ähnlich ist es unter anderem auch am Hals der Vögel und darum haben auch die betreffenden Rückgratteile eine so große Beweglichkeit. Anders ist der Verband speziell am Rumpfrückgrat der Säugetiere. Hier vermißt man eigentliche Gelenke, findet aber dafür zwischen den Körpern je zweier Wirbel eine scheibenförmige Knorpeleinlage, die den Verband zwischen den Knochenstücken herstellt. Diese Knorpelscheiben haben aber noch eine andere wichtige Bedeutung, die namentlich an der vertikal gestellten Wirbelsäule des Menschen sofort in die Augen springt. Es sind nämlich mit einem Wort elastische Kissen, welche die Stöße, von denen die Wirbelsäule häufig getroffen wird, sehr ausgiebig abschwächen und so zugleich das Rückenmark und vor allem auch das im Schädel eingeschlossene Gehirn vor starken Erschütterungen bewahren.

Fig. 18.

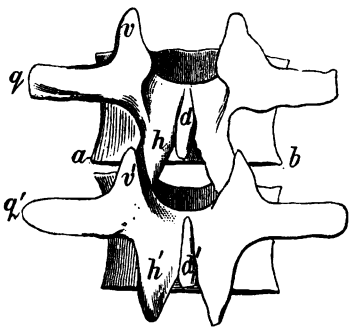


Vierter Brustwirbel des Menschen. k Wirbelkörper. d oberer (hinterer) Dornfortsatz. q Querfortsätze. o Rückenmarkskanal. g g' Gelenkpfannen.

Abgesehen davon, daß sich die einzelnen Abschnitte des Rückgrates, wovon noch später die Rede sein wird, auch um ihre ideale Längsachse drehen lassen, hat dasselbe in bezug auf seine Beweglichkeit noch eine höchst interessante Eigenschaft, wodurch es sich von einem einfachen elastischen Stabe unterscheidet.

Jedem ist es wohl schon aufgefallen, daß wir unseren Rumpf sehr stark nach vorn, aber nur wenig nach hinten beugen können. Der Grund dieser ungleichen Biegungsfähigkeit unseres Körpers — und bei den Säugetieren ist die Sache ganz ähnlich — liegt, wie zu erwarten, in einer eigentümlichen Einrichtung des betreffenden Rückgratabschnittes. Wenn der Leser die Rumpfwirbel eines menschlichen Skelettes von hinten betrachtet, so wird er (vgl. Fig. 19) an jedem derselben zwei Paare mit der Längsachse parallel laufender Fortsätze (v v' und h h') bemerken, die nach entgegengesetzter Richtung verlaufen. Diese Fortsätze sind nun ihrer Bedeutung nach nichts anderes als Sperrhaken, welche einer Krümmung gegen die Rückenseite und ebenso einer Drehung der Wirbel um ihre Längsachse hemmend entgegentreten. Ähnliche Hemmungsvorrichtungen an der Wirbelsäule giebt es aber auch bei anderen Tieren und will ich den Leser nur daran erinnern, daß sich z. B. ein Karpfen, wie jeder weiß, wohl nach rechts und nach links aber weder nach oben noch nach unten biegen läßt.

Fig. 19.



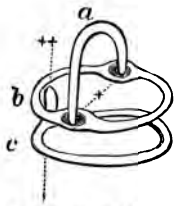
3. u. 4. Brustwirbel d. Menschen von hinten. ab Wirbelkörper. vv' vordere, hh' hintere Gelenkfortsätze. qq' Querfortsätze.

Meine nächste Aufgabe ist es nun, dem Leser zu zeigen, wie denn die früher genannten Hauptanhänge der Wirbeltiere mit dem eben besprochenen Zentralapparat — ich meine mit der Wirbelsäule verbunden sind, und wollen wir vor allem die Einlenkung des Kopfes ins Auge fassen.

Im Gegensatz zu den Fischen und manchen anderen niederen Wirbeltieren, bei denen der Kopf gar keiner Stellungsveränderung fähig ist, zeichnet sich dieser Teil bekanntlich bei den Säugetieren und noch mehr bei den Vögeln durch eine große Vielseitigkeit

der Bewegung aus. Er kann nämlich nicht nur gehoben und gesenkt, sondern auch und oft sehr stark um seine Längsachse gedreht werden und mit Rücksicht darauf sollte man erwarten, daß das betreffende Gelenk ein ähnliches wie etwa zwischen dem Oberarm und der Schulter also ein sogen. freies Pfannengelenk sei. Bei den Vögeln und den Reptilien verhält sich nun die Sache auch in der That so; speziell bei den Säugetieren aber beruht die Kopfartikulation auf einem ganz anderen Prinzip, das der Leser, wie ich glaube, nicht uninteressant finden wird. Um es kurz zu sagen, besteht dieses Prinzip darin, daß, wie wir dies auch noch an anderen Teilen der Wirbeltiermaschine finden werden, das einfache freie Gelenk in zwei Gelenke gesondert oder zerlegt ist, von denen jedes nur eine Bewegung um eine Achse zuläßt.

Fig. 20.



Schema zur Erläuterung des Kopfgelenkes. a Kopf b Tragwirbel (atlas). c Drehwirbel (epistropheus). † wagrechte, †† vertikale Drehachse.

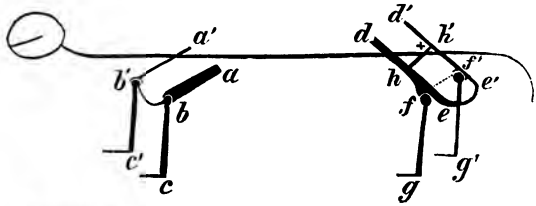
An einem Skelett würde dem Leser das ganze Verhalten sofort klar werden und würde er sich auch von neuem überzeugen, daß an den tierischen Maschinen jeder Bestandteil ein Gegenstand der Bewunderung ist; in Ermangelung dieses Demonstrationsmittels glaube ich aber die Sache nicht besser als wieder durch ein Schema erläutern zu können. Fig. 20 zeigt zwei übereinanderliegende Ringe und dann ferner auf dem oberen einen henkelartigen Aufsatz. Erstere sollen die obersten zwei Halswirbel versinnlichen, während der Henkel dem Kopf entspricht. Wie die Zeichnung erkennen läßt, ist letzterer in zwei Pfannen des oberen Ringes eingefügt und wir haben es also mit einem uns schon von früher bekannten Scharniergelenk zu thun, das dem Henkel nur eine Schaukelbewegung um die horizontale Achse (*) gestattet. Dem wesentlichen nach ganz so verhält sich nun auch der Säugetierkopf zum ersten Halswirbel, den man ganz passend als Tragwirbel oder Attas bezeichnet hat. Das Interessante an der Sache ist die Beziehung zwischen den zwei Ringen, oder

sagen wir gleich zwischen dem ersten Halswirbel und dem zweiten. Der letztere hat vorne, d. i. am eigentlichen Körper, einen aufrechtstehenden Zapfen (**) der in eine Rinne an der Innenseite des Tragwirbels hineinpaßt und zwar so, daß der Tragwirbel um diesen Zapfen, mit großer Leichtigkeit herumgedreht werden kann. Die ganze Einrichtung wird aber vor allem dadurch merkwürdig, daß sich der Kopf, wenn er Beuge- oder Schaukelbewegungen ausführt, nur auf dem Tragwirbel bewegt, während er zum Zwecke der Drehung sich mit diesem zu einem Ganzen verbindet, und sich dann um den zweiten oder den Drehwirbel bewegt.

Betrachten wir nun weiter die Verbindungsweise zwischen dem Stammteil und den als Stative desselben dienenden Gliedmaßen. Wirft der Leser zunächst wieder behufs einer ersten Orientierung einen Blick auf das Katzenskelett (S. 48), so wird er gleich bemerken, daß die Konstruktion der vorderen und hinteren Stative der Hauptsache nach dieselbe ist. Abgesehen vom eigentlichen Stativ, dem Bein, das sich vermöge seiner mehrfachen Gliederung sehr verschieden hochstellen läßt, haben wir noch und zwar sowohl an den vorderen als an den hinteren Beinen einen größeren festen Bestandteil, das Schulterblatt beziehungsweise das Hüftbein zu unterscheiden, das die eigentliche Verbindung des Beines mit der Zentralsäule vermittelt. Die Art und Weise dieser Verbindung ist aber, wie ich neuerdings mit Hilfe eines Schemas (S. 40) erläutern will, eine sehr verschiedene. Aus guten Gründen betrachten wir diese zunächst an dem hinteren Stativ. Im erwähnten Schema sind d e und d' e' die beiderseitigen Hüftbeine, an welchen im Punkte f resp. f' mit Hilfe eines uns schon zum Teil bekannten Kugelgelenkes die Beine f g, und f' g' eingefügt sind. Diese Hüftbeine (vergl. auch Fig. 28 h) sind unterhalb des Rückgrates durch besondere Knochenteile — die Sitz- und Schambeine — verbunden und bilden so einen Halbring, der als Beckengürtel bezeichnet wird. Mit diesem wie bei allen künstlichen Scharniergelenken aus zwei Schenkeln bestehenden Gestelle steht nun das Rückgrat in ähnlicher Weise wie der

Schwanzhammer mit seinem Gerüste in Verbindung, nämlich dadurch, daß das Rückgrat an der betreffenden Stelle (*) einen festen Querbalken, das sogenannte Kreuzbein (h h') hat, welches sich zwischen beiden Hüftbeinen ausspannt. Insofern letztere mit dem Querbalken des Rückgrates nicht fest sondern nur durch allerdings sehr straffe Bänder vereinigt sind, können wir sagen, daß der Querbalken eine horizontale Achse darstellt, um welche sich das Rückgrat nach Art eines Schlagbaumes auf- und niederbewegen läßt, oder, wenn das Rückgrat fixiert ist, um welche das Becken sich drehen kann. Das Hüft-Kreuzbeingelenk läßt aber, wie sich der Leser an einem samt den Bändern präparierten

Fig. 21.



Schema des Schulter- und Beckengürtels eines Wirbeltieres. ab, a'b' Schulterblatt. bb' Schlüsselbein. bc, b'c Vorderbeine. de, d'e' Hüft- oder Darmbeine. ee' Sitz-Schambeine. fg, f'g' Hinterbeine. ll' ideale Achse, um die sich die Wirbelsäule auf den Beinen dreht. hh' Querfortsätze der Kreuzbeinwirbel.

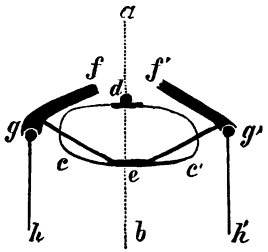
Skelett überzeugen kann, nur eine sehr geringe Bewegung zu und insofern bildet das Rückgrat mit dem Becken ein festes Ganzes oder mit anderen Worten: die Befestigung des Verbindungsgürtels am Rückgrat ist eine solche, als ob die Beine unmittelbar am letzteren selbst eingelenkt wären, und die Einschaltung der Hüftbeine dient vor allem dazu, dem ganzen Stative eine größere Breite oder Basis zu geben.

Im Vergleich zur Befestigungsweise der hinteren Stative müssen wir nun bezüglich der vorderen sagen, daß die Fixierung derselben im allgemeinen eine weit losere ist, und ferner, daß hier hinsichtlich der Verbindungsvorrichtungen weit größere Unter-

schiede sich bemerkbar machen. Den Grund dieser Verschiedenheit wird der Leser aber leicht begreifen, wenn ich ihn daran erinnere, daß der Gebrauch, den die Tiere von den vorderen Gliedmaßen machen, ein sehr ungleicher ist, indem sie bald nur, gleich den hinteren, als Stative und Bewegungsorgane bald aber auch zugleich zu anderen mechanischen Vorrichtungen, wie z. B. zum Greifen, zum Graben, zum Klettern u. s. w. dienen.

Als Vorbild der am häufigsten angewendeten Verbindungsweise können wir füglich die bei uns selbst vorhandene Einrichtung wählen, die ich mit Hilfe des Schemas Fig. 23 erläutern will. In derselben soll zunächst die Punktlinie a d b die Wirbelsäule vorstellen. Von dieser gehen nach vorn also gegen den Beschauer und senkrecht auf die Zeichenebene die bogenförmigen Rippen d c e und d c' e ab, welche, wie man sieht, mit dem Brustbein e einen vollkommen geschlossenen Knochenring darstellen. Die Verbindung mit der Gliedmaße resp. mit dem Schulterblatt (c g f) geschieht nun, wie die Figur ferner lehrt, in der Weise, daß sich zwischen dem letzteren und dem Brustbein beiderseits ein unter dem Namen Schlüsselbein jedermann bekannter Querbalken e g und e g' ausspannt, und sei noch bemerkt, daß diese seitlichen Stützen bei manchen Tieren doppelt sind. Wie man sieht, ist das ganze Prinzip dieser Schultergürtelbildung ein ganz ähnliches wie beim Beckengürtel, nur mit dem Unterschiede, daß das Schulterblatt nicht direkt, sondern nur indirekt mit der Wirbelsäule verbunden ist.

Fig. 22.



Schema des Schultergürtels beim Menschen.

Gestattet schon, wie wir seiner Zeit erfahren werden, die eben kurz skizzierte Befestigungsweise der Vordergliedmaßen, wenigstens dort, wo das Schlüsselbein mit der Brust, wie z. B. bei uns selbst, nur lose verbunden ist, eine beträchtliche Verschiebung des Ansatzpunktes dieser Hebel, so ist speziell bei gewissen Säuge-

tieren, bei denen die erwähnten Strebepfeiler oder Schlüsselbeine ganz fehlen, und die Schulterblätter lediglich nur durch die Muskeln am Brustkorb aufgehängt sind, die Beweglichkeit der Schulter eine noch weit größere. Was aber die mechanische Bedeutung dieses schlüsselbeinlosen Schultergürtels betrifft, so ist dieselbe zum Teil wohl in dem Umstande zu suchen, daß viele der betreffenden Tiere, ich erinnere beispielsweise nur an die Katze und an den Steinbock, bei ihren Sprungbewegungen die ganze Wucht des Körpers mit den vorderen Gliedmaßen auffangen müssen, was, wenn sie einen starren Schultergürtel hätten, offenbar den Bruch desselben oder mindestens eine starke Erschütterung der Wirbelsäule herbeiführen würde.

Jene Leser, die einmal ein größeres Segelschiff zu sehen Gelegenheit hatten, haben gewiß nicht ohne Verwunderung das unendliche Gewirre von Tauen betrachtet, durch welche den hebelartigen, an den Masten balancierenden Segelstangen oder Raaen, die gewünschte Stellung erteilt wird. Dieses Bild stellt sich mir eben jetzt unwillkürlich vor Augen, wo ich, nachdem der Leser sich einigermaßen mit dem Gerüstwerk der Wirbeltiermaschine bekannt gemacht hat, demselben auch eine Vorstellung von jenem Apparate verschaffen soll, durch den die unendlich mannigfaltigen Bewegungen dieser Maschine hervorgebracht werden. Daß ich es gerade heraussage: das Tauwerk eines Segelschiffes oder das bewegende Riemenzeug einer größeren mit zahlreichen Motoren ausgestatteten Fabrik ist in der That für den Laien ein fast sinneverirrender Gegenstand; wenn wir aber alle die Muskelstränge betrachten, die das Rückgrat der Wirbeltiere und dessen Anhänge bedecken und umstricken, so müssen wir gestehen, daß die erwähnten künstlichen Bewegungsapparate im Vergleich zur Maschinerie der Wirbeltiermuskeln sich nur wie Kinderspielzeuge ausnehmen. Was aber mit dem Gesagten vor allem bezweckt werden soll, ist dies, dem Leser begreiflich zu machen, daß wir ihm unmöglich das ganze Getriebe dieser Maschine vorführen können, sondern daß wir uns hier

und in der Folge lediglich darauf beschränken müssen, ihm aus dem ganzen Gewirre von Muskeln nur ein paar vorzuführen und zwar auch nicht zu dem Zwecke, ihren ganzen Bau und ihre ganze Wirksamkeit kennen zu lernen, sondern nur, um eine ungefähre Vorstellung davon zu gewinnen, wie denn überhaupt die allerauffallendsten Bewegungen der einzelnen Teile des Wirbeltierkörpers zu stande kommen.

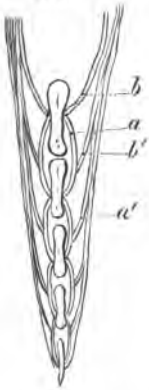
Die Bewegung aller gegliederten Teile des Wirbeltiergerippes hat das Eigentümliche, daß sie sich gleichzeitig sowohl auf das Ganze als auf einzelne Abschnitte erstrecken kann. So vermag z. B. ein Affe seinen langen Schweif in einem sanften Bogen nach rechts oder links zu krümmen, gleichzeitig aber auch dessen Ende, z. B. wenn er damit einen Gegenstand ergreift, spiralförmig einzurollen, also noch stärker zu biegen als den übrigen Abschnitt. Diese Doppelbewegung läßt nun schon im Vorhinein darauf schließen, daß hier auch das System der bewegenden Muskeln oder Zugbänder mindestens ein zweifaches sein muß, und wenn wir zur Erläuterung dieses Vorganges speziell den Schweif genannt haben, so geschah dies deshalb, weil sich gerade an diesem relativ einfach gebauten Bewegungsorgan das ganze Prinzip, nach welchem die Muskeln speziell an der uns zunächst interessierenden Wirbelsäule angeordnet sind, verhältnismäßig leicht demonstrieren läßt.

Ein einziger Blick auf das Schema in Fig. 23, in welchem in der Mitte die nach hinten an Größe abnehmenden stäbchenförmigen und undurchbohrten Wirbel, und rechts und links davon die Hauptmuskeln zu sehen sind, zeigt uns, daß man es n diesem Körperteil in der That mit zwei ganz verschiedenen Systemen von Muskeln zu thun hat. Es giebt nämlich solche a, a'), die sich, wie die Glieder einer Kette, immer nur zwischen wei benachbarten Wirbeln ausspannen, und dann andere (b' b'), welche einen die ganze Schwanzwirbelsäule begleitenden kontinuierlichen Zug bilden. Offenbar bewirken erstere die Detail-, letztere

die Totalbewegungen des Schweifes, indem z. B. eine Kontraktion oder Verkürzung der rechtsseitigen Muskeln eine rechtsseitige Krümmung des Schweifes, beziehungsweise, wenn der Schweif früher nach links gebogen war, eine Streckung desselben bewirkt.

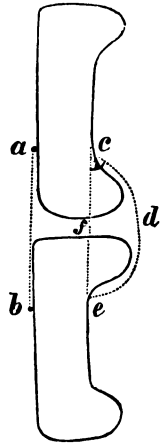
Was dann speziell das Zustandekommen der Spiralbewegungen betrifft, so beruht dasselbe, wie Fig. 25 veranschaulicht, einfach

Fig. 23.



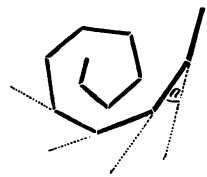
Schema der Schwanzmuskulatur.

Fig. 24.



Zur Erläuterung der mechanischen Bedeutung der an den stabförmigen (Schwanz- und anderen) Knochen vorkommenden Endanschwellungen. Der Muskel a b ist für die Beugung der Knochenstäbe ganz wirkungslos, während der über die Knochenrolle laufende Muskel o d l wirklich Beugung hervorbringt.

Fig. 25.

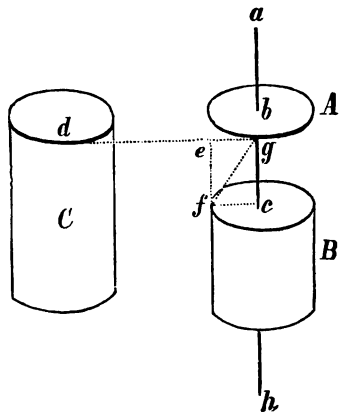


Zur Erläuterung des Zustandekommens der Spiraldrehung des Schwanzes durch Summierung kleiner Beugungswinkel (a).

auf der Summierung der Beugebewegungen in einer längeren Reihe von Wirbelkörpern. — Wenn oben nur von rechts- und linksseitigen Muskelzügen gesprochen wurde, so muß ich nun beifügen, daß sich solche auch oben und unten vorfinden, und daß überhaupt, wie jeder wohl schon ohnehin weiß, die Schwanzwirbelsäule ringsum mit Fleisch bedeckt ist. Unter diesen zahlreichen Muskeln des Schwanzes sind besonders noch jene zu

beachten, welche die eigentlichen Rotationsbewegungen hervorbringen. Ich will dem Leser gleich bei dieser Gelegenheit und zwar wieder an einem Schema in Kürze erläutern, wie es sich hier und an der tierischen Maschine überhaupt mit den Drehmuskeln verhält. In unserer Fig. 26 bedeute die Scheibe A einen um die ideale Achse a b c h drehbaren Wirbel und B einen fixen, auf welchem sich A bewegt. Um die Scheibe A zu drehen, würde man am vorteilhaftesten eine Zugkraft in einer zur Querachse derselben senkrechten oder zu ihr selbst tangentialen Richtung anwenden, wie eine solche durch die Punktlinie g d dargestellt wird. Ist die Zugeinrichtung ein Muskel, so muß selbstverständlich bei der angegebenen Richtung neben dem zu drehenden Körper noch ein zweiter feststehender Knochen, sagen wir C vorhanden sein, an welchem der Muskel seinen Stützpunkt hat, und erinnert eine solche Vorrichtung einigermaßen an ein durch einen Riemen bewegtes Rad, freilich mit dem großen Unterschied, daß der Riemen selbst wieder bewegt werden muß, während der Muskel die Triebkraft in sich hat. Drehmuskeln der beschriebenen Art kommen aber in der Wirbeltiermaschine nur ausnahmsweise so z. B. zwischen der Elle und Speiche vor, und ist das gewöhnliche, namentlich auch am Hals und Kopf angewendete Drehungssystem insofern ein ganz anderes, als bei demselben der fixe Körper — in diesem Falle B — nicht neben, sondern vor oder hinter dem drehbaren liegt. Eine Drehung kann aber in diesem Falle offenbar jeder zwischen dem drehbaren und fixen Körper ausgespannte Muskel hervorbeugen, der nicht parallel mit der

Fig. 26.



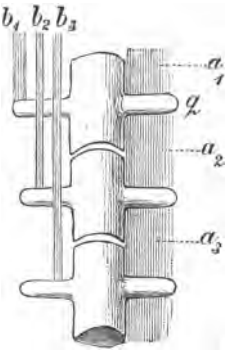
Zur Erläuterung der Rad- oder Rotationsbewegungen.

gemeinsamen Längsaxe dieser Körper, sondern — wie z. B. der Muskel g f — mehr oder weniger schief verläuft. Die Zugkraft g f läßt sich nämlich nach dem bekannten mechanischen Gesetz des Kräftenparallelogramms in zwei Teilkräfte oder Komponenten zerlegen, wovon die eine (e g) genau so, wie der Riemen eines Rades, also tangential wirkt, während die andere (e f) eine reine Beugebewegung des drehbaren Körpers gegen den fixen hervorbringt. Daß es sich bei den in Rede stehenden Drehmuskeln aber wirklich um eine Doppelbewegung handelt, sehen wir unter anderem sehr schön, wenn wir den Kopf, um nach rückwärts zu sehen, sehr stark nach der Seite drehen. Dabei wird nämlich immer der Kopf zugleich gegen die Schulter, beziehungsweise gegen das Schlüsselbein herabgezogen, an welchem letzteren der betreffende Muskel seinen Stützpunkt hat.

Im wesentlichen dieselbe Anordnung der Muskeln, wie wir sie am Schweif beschrieben haben, findet sich nun auch an der übrigen Wirbelsäule, d. h. es giebt auch hier einmal ein kettenartig gegliedertes System von Strängen, die von Wirbel zu Wirbel ziehen und daneben andere, die sich kontinuierlich über längere Strecken, ja zum Teil über die ganze Rumpf- und Halswirbelsäule ausdehnen. Eine Eigentümlichkeit zeigt sich zunächst nur in bezug auf die Art und Weise des Ansatzes der Muskeln an den genannten Rückgratabschnitten. — Ein Blick auf das frühere Schweifmuskel-Schema zeigt dem Leser, daß hier die Ansatzweise der Muskeln insofern für ihre volle Kraftentfaltung eine sehr unvorteilhafte ist, als die betreffenden Wirbel in der Regel einfache, nur an den Enden etwas verdickte Stäbchen vorstellen, die Muskeln also nur unter einem sehr kleinen Winkel angreifen. Mit Rücksicht auf das im allgemeinen geringe Gewicht des Schweifes und den geringen Widerstand überhaupt, den hier die Muskeln zu überwinden haben, erweist sich aber die vorhandene Einrichtung als vollkommen ausreichend, während sie an den übrigen Rückgratabschnitten und namentlich am Rumpf, der

häufig das ganze Körpergewicht zu heben hat, offenbar nicht genügen würde. Und in der That finden wir hier eine besondere Konstruktion der Wirbel, die speziell auf die Muskelwirkung berechnet ist. Das Prinzip ist dies, daß die betreffenden Wirbel mit mehr oder weniger starken Querfortsätzen ausgerüstet sind, welche den Muskeln gewissermaßen als Handhaben dienen. Solche Querfortsätze finden sich bei allen Wirbeltieren mit Ausnahme der Fische zunächst an den Seiten der Wirbel (vgl. S. 37, Fig. 19 q q') und beistehendes Schema, an welchem rechts nur die kurzen oder Zwischenwirbelmuskeln (a_1 a_2 2c.) und links die langen oder kontinuierlichen Muskeln (b_1, b_2, b_3) gezeichnet sind, soll dem Leser die Bedeutung dieser leitersprossenartigen Vorsprünge — der Querfortsätze im engeren Sinne — noch deutlicher machen. Er sieht hier erstens, daß die Muskeln unter dem günstigsten Winkel, nämlich senkrecht zur Querachse der zu beugenden Wirbel angreifen und es wird ihm zweitens klar, daß diese Vorsprünge zugleich größeren Muskelmassen, Raum und Ansatzfläche bieten, als dies bei der Schwanzwirbelsäule möglich ist.

Fig. 27.

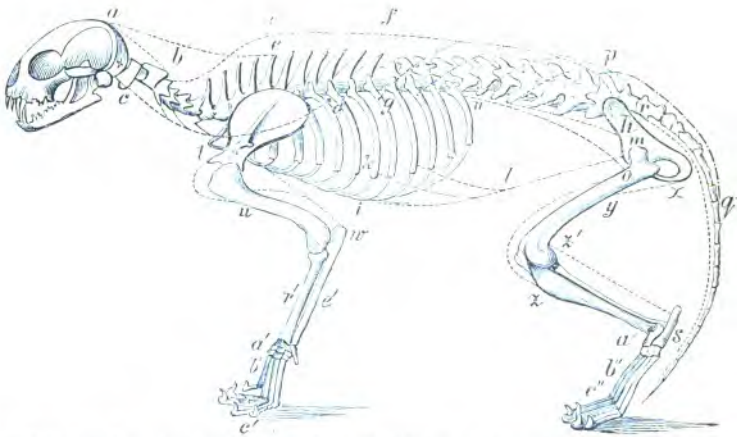


Ähnliche Vorsprünge wie an den Seiten der Rumpfwirbel stehen aber auch am Rücken derselben und ist auch, wie wir weiter unten sehen werden, die Bedeutung dieser ihrer Gestalt wegen als (obere) Dornfortsätze bezeichneten Bildungen eine ganz analoge wie die der Querfortsätze.

Nachdem wir soweit sind, will ich den Leser mit einigen jener Muskeln, die für die Gleichgewichtserhaltung und für die Bewegung der Hauptteile der Wirbeltiermaschine am allerwichtigsten sind, etwas näher bekannt machen.

Wenn wir ein samt den Bändern präpariertes Skelett einer Katze auf seinen natürlichen Stativen, d. i. auf den vier Beinen aufzustellen versuchen, so zeigt es sich, daß dies nicht möglich ist und zwar einfach aus dem Grunde, weil die Beine, wie man aus unserer Fig. 29 ersieht, nicht aus einem Stück, sondern

Fig. 28.



Skelett der Katze mit den wichtigsten (durch Punktlinien angedeuteten) Muskeln. v Schulterblatt. u Oberarm. r' Speiche (radius). e' Elle (ulna). w Ellbogenfortsatz. a' Handwurzel (carpus). b' Mittelhand (metacarpus). c' Finger. h Hüftbein (ileum). x Sitzbein. o Oberschenkel (femur). z s Unterschenkel resp. Schiene (tibia). a'' Fußwurzel (tarsus). b'' Mittelfuß (metatarsus). c'' Zehen. — a b großer gerader Kopfmuskel (rectus cap. post. major). c d langer Halsbeuger (Longus colli). a e Bauchenmuskel (splenius cap). b e' f g p h r längster Rückenmuskel (Longissimus dorsi). e' b absteigender Nackenmuskel (cervicalis descendens). i k l m Brust-Schambein oder gerader Bauchmuskel (rectus abdominis). n m Lenden-Darmbeinmuskel. n o großer Lendenmuskel (psoas major). p q kurzer Schwanzheber. r s Niederzieher des Schwanzes.

Streckmuskeln der Beine: t u Deltamuskel (m-deltoidens). v w 3köpf. Vorderarmstrecker Extensor ulnae). y x großer Gesäßmuskel (glutaeus max). o z 4köpf. Unterschenkelstrecker (Extensor cruris). z's Wadenmuskel (gastrocnemius).

aus mehreren, sagen wir vorläufig aus drei unter einem Winkel gegeneinander gestellten Hebeln bestehen und infolgedessen unter dem Gewicht des auf ihnen lastenden Stammes zusammenbrechen. Es müssen also unbedingt besondere Muskeln zur Steifung oder

Streckung dieser Tragwerkzeuge vorhanden sein und diese wollen wir uns auch mit Hilfe unserer Figur zunächst ansehen.

Um mit den Vorderbeinen zu beginnen, so kommt hier vor allem der sogen. Deltamuskel in Betracht, der sich vorn von der Schulter (Punkt t) zum Oberarm (Punkt u) erstreckt. Derselbe zieht den Oberarm nach vorn. Der zweite Hauptsteifungsmuskel ist dann der dreiköpfige Vorderarmstrecker v w, den wir schon aus der Einleitung kennen, und der das Einknicken oder Brechen des Fußes im Ellenbogengelenk hindert. Liegt das Tier auf dem Boden, so dienen diese Muskeln im Verein mit den später zu besprechenden Handstreckern zugleich dazu den Stamm wieder in die Höhe zu heben. An den Hinterbeinen sind dann für den in Rede stehenden Zweck hauptsächlich drei Muskeln von Wichtigkeit. Zunächst der große Gesäßmuskel. Derselbe entspringt am Sitzbein (Punkt x) und geht zum Oberschenkel (Punkt y). Er hat eine analoge Wirkung wie der Schulterarmbein- oder Deltamuskel, indem er den Oberschenkel nach hinten zieht und dadurch also, worauf es hier ankommt, der Vertikallinie näher bringt. Der zweite Steifungsmuskel ist dann der sogen. vierköpfige Unterschenkelstrecker, der vorn am Oberschenkel (y) entspringt und sich unterhalb des Kniees (z) an das Schienbein ansetzt. Seine Verkürzung bringt naturgemäß den gebeugten Unterschenkel mehr in eine gerade mit dem gestreckten Oberschenkel. Endlich haben wir noch den vom Schienbein (Punkt z') entspringenden und an der Ferse (s) angreifenden Wadenmuskel zu nennen, dessen Kontraktion eine Aufrichtung des bei der Katze und anderen Säugetieren bekanntlich sehr langen und daher auch für die Höhestellung des Stammes sehr ausgiebigen Fußes bewirkt.

Nachträglich möcht' ich den Leser noch darauf aufmerksam machen, daß die von oben nach unten sich folgenden Hebel der Hinterbeine insofern gerade die entgegengesetzte Stellung wie die analogen Glieder der Vorderbeine haben, als z. B. der Oberarm nach hinten, der Oberschenkel dagegen nach vorn gerichtet ist und desgleichen wieder der Unterarm nach vorn und der

Unterschenkel nach hinten gewendet ist. Diese eigentümliche, an das Fußwerk eines zusammenlegbaren Schaukelstuhles erinnernde Stellung der Beinglieder bringt es auch mit sich, daß, wie der Leser bemerkt haben wird, auch die Lage der Muskeln hinten eine andere als vorn ist.

Wenden wir uns nun zu jenen Muskeln, welche für die Hauptbewegungen des Stammes maßgebend sind. Hier sind und zwar zunächst am eigentlichen Rumpf vor allem folgende hervorzuheben. Vorerst die Lenden- (n m, n o) und die Bauchmuskeln (i k l m). Diese beiden Muskeln oder richtiger Muskelsysteme verhalten sich, wie die Figur erkennen läßt, ähnlich wie die Sehne zu ihrem Bogen. Eine Verkürzung derselben bewirkt nämlich, wie leicht zu begreifen ist, falls der Brustkorb und das Becken (durch gewisse andere Muskeln) festgestellt sind, eine gegenseitige Annäherung zwischen dem vorderen und hinteren Rumpfrückgrat, oder mit anderen Worten eine buckelartige Krümmung des mittleren Wirbelsäuleabschnittes. Ist dagegen zwar das Rückgrat und der Brustkorb, nicht aber das Becken fixiert, so wird letzteres und beziehungsweise auch der Oberschenkel (vgl. Punkt o des letzteren) nach vorn gezogen. Einen der interessantesten Muskeln des Stammes und des Körpers überhaupt — ein ganzer großer Apparat für sich — ist dann der lange Rückenmuskel, der sich vom Hüftkreuzbein (Punkt p, h) bis zum zweiten Halswirbel (b) ausdehnt. Seine Wirkung oder Bestimmung ist je nach der Stellung und Befestigung der einzelnen Hauptteile des ganzen Gerüstes eine sehr verschiedene. Steht das Tier mit beiden Beinpaaren fest auf dem Boden, so hebt es eine allfällig vorhandene Krümmung des Rückgrates auf, ist also der Antagonist der Lendenbauchmuskeln. Sind dagegen, wie im Moment, wo sich ein Tier bäumen oder zum Sprunge vorbereiten will, nur die Hinterbeine festgestellt, so ist es eben dieser gewaltigste aller Muskeln, der den ganzen Körper mit Einschluß von Hals und Kopf, in die Höhe seilt, indem er den betreffenden Riesenhebel um die Hüftoberschenkelachse

herumdreht. Einschalten will ich noch, daß ihm hierbei insbesondere die langen Dornfortsätze der Vorderbrustwirbel (Punkt e) als ausgezeichnete Handhaben dienen. Umgekehrt ist der Effekt, wenn, wie beim Ausschlagen des Pferdes, nur die Vorderbeine fixiert sind. In diesem Fall hebt unser Muskel den Körper von hinten, nämlich am Becken auf, was aber eine ungleich schwerere Arbeit ist.

Aus dem überreichen Geflechte der Hals-Kopfmuskeln habe ich, um unsere Figur nicht zu sehr zu verwirren, gleichfalls nur ein paar Beuger und Strecker eingezeichnet. Zu den Beugern gehört u. a. der sogen. große gerade Kopfmuskel. Derselbe entspringt vom hohen kammförmigen „Dornfortsatz" des Drehwirbels (Punkt b) und setzt sich am Hinterhaupt an. Er dient, wie sich aus seinem Verlaufe von selbst ergiebt, ausschließlich nur zum Heben oder Strecken des Kopfes. Ein zweites Strängepaar, der Bauschenmuskel e a dient im ganzen demselben Zweck; er wirkt aber aus zwei Gründen im allgemeinen viel kräftiger als der früher genannte. Zunächst beachte man, daß sein Angriffswinkel am Kopf beträchtlich größer als der des anderen ist, was daher kommt, daß er von den langen Dornen der hochliegenden Brustwirbel e ausgeht. Außerdem ist er aber auch vermöge seiner größeren Länge einer stärkeren Verkürzung fähig.

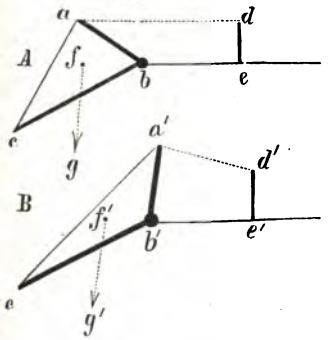
Im Vorbeigehen sei noch bemerkt, daß auch der vorderste Abschnitt des langen Rückenmuskel e' b, der als absteigender Nackenmuskel unterschieden wird, gleichfalls nicht nur zur seitlichen Bewegung, sondern auch zur Aufrichtung des Halses und des Kopfes beitragen kann.

Was dann die Beugung der in Rede stehenden Teile betrifft, so erfordert dieselbe begreiflicherweise, da ja der Kopfhalshebel schon vermöge seiner Schwere herunterfinkt, weit schwächere Muskeln. Einer der wichtigsten ist der lange Halsbeuger, der weit hinten an den Brustwirbeln (bei d) entspringt und sich der Reihe nach an alle Halswirbel ansetzt.

Mit Rücksicht darauf, daß der Kopf eins der wichtigsten mechanischen Werkzeuge ist, müssen wir uns an der Hand einiger neuer Zeichnungen mit gewissen Muskeln und anderen Einrichtungen, die auf die Bewegung desselben Bezug haben, noch etwas genauer vertraut machen.

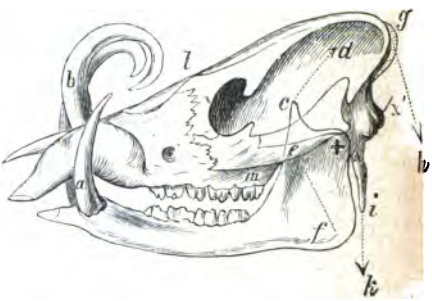
Aus der früheren Figur, sowie aus beistehendem Schema Fig. 29 A ersieht der Leser, daß die Kopfstreckmuskeln, um von

Fig. 29.



Zur Erläuterung der Aufwärtsbewegung des Kopfes. A bei der Katze. B beim Eber. abc Kopf. ab Hinterhaupt. f Schwerpunkt des Kopfes. bc Halswirbelsäule. de Dornfortsatz des Halses. da Hebemuskel des Kopfes, greift bei der Katze unter einem spitzen, beim Eber unter einem fast rechten (also günstigeren) Wirbel an. (Original.)

Fig. 30.



Schädel des Hirschebers. xx' die durch die beiden Gelenkzapfen gehende (ideale) Achse. gh Muskel zum Heben. ik zum Herabziehen des Kopfes.

hrem Ursprungspunkt d am Dornfortsatz (e d) des Halses (e b) zum Ansatzpunkt a des Hinterhauptes zu gelangen, das Kopfgelenk b überbrücken müssen, oder daß hier mit anderen Worten, der Kopf ein einarmiger Hebel ist, an dem der Angriffspun t der Kraft a und jener der durch das Kopfgewicht repräsentiert n vertikal abwärts wirkenden Last f g vor dem Drehpunkte lie t. Der Grund hiervon liegt aber in der Form des Kopfes b z. des Hinterhauptes, indem sich letzteres, wie man am Katzenschäd :l

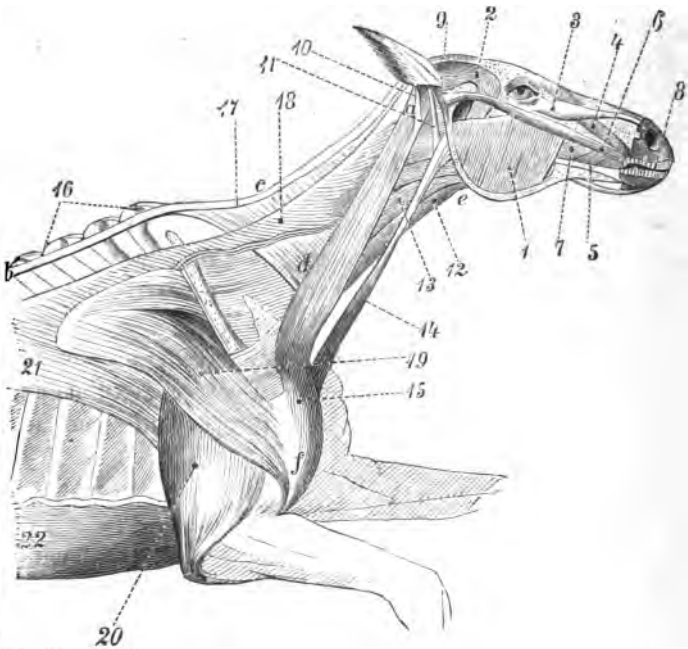
sieht, vom Drehpunkt an nach vorne wölbt. — Ganz anders wird aber der Leser das Verhältnis u. a. an dem in so vieler Beziehung höchst merkwürdigen Schweinschädel finden. Hier (Fig. 30) dacht sich der Hinterkopf g nicht gegen das Gelenk x x' ab, sondern er springt im Gegenteil in Form eines Keiles hinten vor, und das entsprechende Schema B läßt ohne weiteren Kommentar erkennen, daß bei dieser Hinterhauptsform die Wirkung der Kopfstrecker eine viel energischere sein muß. Der Kopf erinnert nämlich hier an den Winkelhebel eines Klingelzuges, an dem der der Zugschnur vergleichbare Muskel d' a' hinter dem Drehgelenke angreift. Diese Einrichtung gewährt aber, wie ein Vergleich beider Schemata lehrt, den großen Vorteil, daß der Angriffswinkel der Streck- oder Hubkraft größer als beim abgerundeten Schädel ist, und wenn wir uns gegenwärtig halten, daß das Schwein und insbesondere das wilde, seinen mit kolossalen Hauern ausgerüsteten Kopf zum Emporhebeln oft armdicker Wurzeln gebraucht, so werden wir die erwähnte Eigentümlichkeit seines Kopfes sowie dessen überaus kräftige Nackenmuskulatur auch leicht erklärlich finden.

Eine weitere den Kopfhebel betreffende und besonders bemerkenswerte Einrichtung ist dann die folgende.

Der Leser, welcher öfter ein weidendes Tier, sagen wir ein Pferd oder Rind, näher betrachtet, wird sich gewiß auch schon die Frage gestellt haben, wie es denn kommt, daß ein solches Geschöpf nicht müde wird, viele Stunden hindurch den an einem bekanntlich sehr langen Halse hängenden und daher doppelt schweren Kopf so oft vom Boden aufzuheben. Indessen wird ihm diese Arbeit leichter gemacht, als es scheinen mag und zwar durch einen derben elastischen Strang — das sogen. Nackenband — das ähnlich wie der Bauschenmuskel vom hohen Vorderrücken zur Oberseite der Halswirbel sich erstreckt und ganz so wie eine elastische Feder wirkt. Eine nähere Vorstellung von diesem merkwürdigen Halsfederapparat giebt nachstehendes Präparat eines Pferdes. Man sieht hier beiderseits der Rückendornen (16),

den Ursprung des Nackenbandes b c und vorne über der Halswirbelsäule seine häutige, zum Teil (in Wirklichkeit ganz) von Muskeln bedeckte Ausbreitung c d. Von den aktiven Streckvor-

Fig. 31.

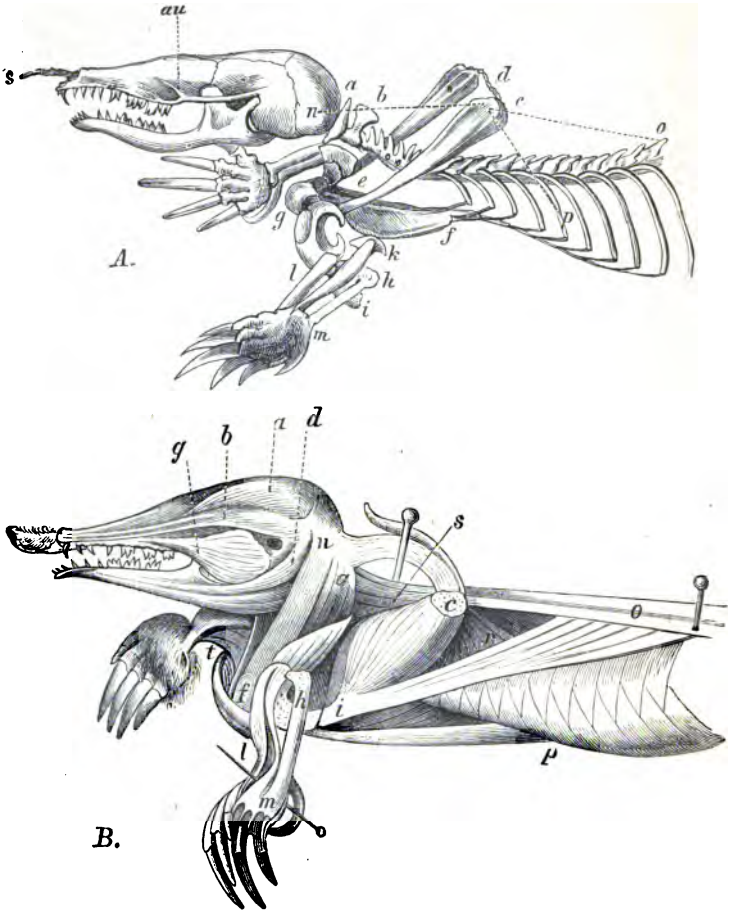


Kopf- Hals- und Brustmuskeln des Pferdes (nach Leyh). 1. Kaumuskeln. 2. Schläfenm. 3. Oberlippenheber. 4. Aufheber der Oberlippen und des Nasenflügels. 5. Zurückzieher der Unterlippe. 6. Backenzahnmuskel (drückt das Futter von außen unter die Zähne). 8. Mundschließ(kreis-)muskel. 9. 10. 11. Muskeln zur Bewegung der Ohrmuscheln. 12. Brustzungenbeinmuskeln. 13. Schulterzungenbeinmuskeln (zieht das Zungenbein zurück). 14. Brustbein-Kiefermuskeln. 15. Gemeinschaftliche Kopf-, Hals-, Brustmuskeln. 16. Dornfortsätze der ersten Brustwirbel. 17. (a b c d) Nackenband. 18. Rücken-Oberhauptmuskeln (m. complexus) zum Heben des Kopfes. 19. großer Brustmuskel. 20. Schulter-Ellenbogenmuskel (streckt den Vorderarm). 21. Beuger des Oberarmes. 22. Bauchhautmuskel (zur Erschütterung der Haut).

richtungen des Kopfhebels wolle man an demselben Präparat u. a. den großen flachausgebreiteten Rückenoberhauptmuskel (18) und dann den rechtsseitigen Armkopfmuskel a f (15) beachten.

Ein drittes Beispiel eines höchst eigentümlichen Mechanismus zur Bewegung des Kopfes, das wir zum Schluß noch kurz betrachten wollen, bietet uns der Maulwurf dar. Während der Kopf des Ebers, wie wir gesehen haben, vor allem dazu eingerichtet ist, möglichst kräftige Stöße nach oben zu erteilen und der an einem langen Halse hängende Kopf der Weidetiere wieder ein bequemes Senken und Heben gestattet, zeichnet sich der Maulwurfkopf insbesondere dadurch aus, daß er, ähnlich wie die Spindel oder Stange einer Tunnelbohrmaschine größerer Exkursionen nach vor- und rückwärts fähig ist. Hiervon überzeugen wir uns am besten an einem frisch präparierten oder in Weingeist aufbewahrtem Skelett, an dem aber noch die Bänder erhalten sein müssen. Fixieren wir an einem solchen Gerippe, wie ich es in Fig. 32 möglichst naturgetreu gezeichnet habe, mit einer Hand das aus guten Gründen mit einem vorspringenden Längskamm und einem kräftigen Schlüsselbeinbalken versehene starke Brustschild f g, und ziehen mit der anderen Hand, etwa im Punkte o, die Wirbelsäule nach rückwärts, so gelingt es uns mit Leichtigkeit den Kopf ein Stück hinter das Schlüsselbein zu bringen. Diese Hinterstellung des Kopfes — wie ich die betreffende Lage bezeichnen will — wird aber teils durch die Kürze des Halses, teils durch die eigentümliche lockere Befestigungsweise der Rippen am Rückgrat und Brustbein ermöglicht. Nicht minder interessant als diese auf die Bohrbewegung berechnete Eigentümlichkeit des Skelettes ist dann der Apparat, der die Bewegung selbst hervorbringt. Der Hauptmechanismus ist folgender. Von der Spitze (c), der Schulter geht zunächst ein Muskel c o aus, der sich weit hinten an das Rückgrat ansetzt. Dieser Muskel und ein anderer c p, der sich zwischen der Schulter und den Rippen ausspannt, dient offenbar dazu, die Schulterspitzen möglichst weit nach hinten bez. nach außen zu ziehen und dieselben in dieser Lage festzustellen. Die Folge davon ist, daß der eigentliche Rückziehmuskel des Kopfes, der sich zwischen letzterem und der Schulterspitze erstreckt, zunächst passiv gespannt wird,

Fig. 32.



Vorderkörper des Maulwurfs. A Skelett. s Rüſſelknorpel. au wenig ausgebildete Augenhöhle. n Warzenbein. a Tragwirbel. b Drehwirbel mit ſehr ſtarken Dornfortſatz. g Schlüſſelbein. e f Bruſtbeinkamm. g i Oberarm. l Speiche. k Elle. h m Sehne.
B Muskulatur. a Schläfenmuskel. b Rüſſelmuskel. d zweibäuchiger Muskel (Niederziehe des Unterkiefers. g Jochmuskeln (masseter). ic, iouip Muskeln zum Zurückziehen de Grabſchaufel b. i. zur Ausführung der aktiven Scharrbewegung. ip großer Bruſtmuskel tl gürtelförmiger Muskel vor dem Bruſtbein (f), der die beiden Arme gegeneinander bewegt (Original.)

und, wenn er sich nun verkürzt, den Kopf sehr stark nach hinten bewegt.

In Fig. 32 B sieht der Leser die besprochenen Muskeln in ihrer wirklichen Gestalt und brauche ich zur Erklärung wohl nur beizufügen, daß c den gleichnamigen Punkt der früheren Figur, also der Schulter entspricht und daß auch wieder n c der Kopf-schulter und c o der Schulterrückgratmuskel ist. Am betreffenden Präparat kann sich der Leser ferner auch leicht überzeugen, daß das Zurückziehen des Kopfes wirklich in der oben angegebenen Weise geschieht, indem er zunächst mit einer Pincette den Schulterrückgrat- und dann den Schulterkopfmuskel anzieht. — Außer den genannten Retraktoren sieht man an unserem Objekt aber auch noch andere tiefer liegende Kopfrückzieher, (z. B. das mit s bezeichnete Halsbündel).

Die Hauptarbeitsleistung des Maulwurfes besteht bekanntlich — vom Scharren mittels der Grabschaufeln sei vorläufig abgesehen — nicht im Zurückziehen, sondern vielmehr im Vorwärtsstoßen des Kopfes, indem ja eben dadurch der Widerstand des Mittels, d. i. der Erde, überwunden wird, und es läßt sich sonach erwarten, daß außer dem Sprungfederapparat, den der zurückgezogene Kopf samt dem Rückgrat und der Schulter darstellt, auch noch besondere Muskeln für die erwähnte Bewegung vorhanden sind. Dies ist nun auch in der That der Fall. Der Kopfschlüsselbeinmuskel n f nämlich, der bei uns das Kopfnicken verursacht, hat beim Maulwurf in der aus der Figur ersichtlichen Hinterstellung des Kopfes eine derartige Lage, daß er denselben, wenn er sich kontrahiert, nicht nur nach unten, sondern zugleich auch nach vorn zieht.

III. Kapitel.

Der Mechanismus der Kieferzange.

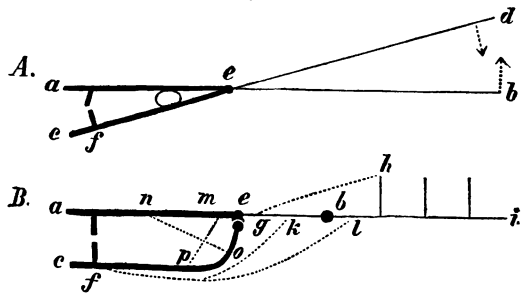
Hält man einem Affen außerhalb seines Käfiggitters irgend einen verlockenden Gegenstand, z. B. einen Apfel vor, so kann, wie wohl jeder Leser schon selbst erfahren hat, die Art und Weise, wie sich das Tier desselben zu bemächtigen trachtet, eine sehr verschiedene sein. In der Regel streckt der Affe zunächst die Hand darnach aus. Ist der Gegenstand zu entfernt, um ihn mit dieser zu erreichen, so probiert er es zur Freude der Zuschauer mit dem Fuß, der beträchtlich weiter langt. Bringt man endlich die Frucht in größere Nähe, ohne sie sich aber durch Hand oder Fuß entreißen zu lassen, so hat man sich, wenigstens gegenüber einem älteren Tier, wohl in acht zu nehmen; denn unversehens schnappt es mit der wohlbezahnten Kieferzange nach dem Objekte seiner leicht erregten Begierde und meistens wohl mit dem besten Erfolge. Hätten wir es mit einem Wickelschwanzaffen zu thun, so würde derselbe außer den bezeichneten drei Hilfsmitteln zur Habhaftwerdung eines vorgehaltenen Gegenstandes sich unter Umständen auch noch eines vierten Instrumentes, nämlich des Greifschwanzes bedienen.

An diese bekannten Dinge erinnere ich aber den Leser, um ihm recht deutlich zu vergegenwärtigen, daß häufig ein und dasselbe Tier zu einem und demselben Zweck ihrem Bau nach grundverschiedene Werkzeuge in Anwendung bringt oder, was das nämliche ist, daß ein und dasselbe Werkzeug nicht selten einen mehrfachen Gebrauch zuläßt, indem z. B. der Fuß bald zur Ortsbewegung, bald zum Greifen dient. Daraus folgt aber wieder, daß wir — und dies zu zeigen war meine eigentliche Absicht — bei der Darstellung der verschiedenen Werkzeuge, an die wir nun gehen, im allgemeinen nicht, wie der Leser wohl erwartet hat, den Gebrauch derselben als Einteilungsprinzip benutzen können, sondern daß wir uns hinsichtlich der Reihenfolge, in der wir die einzelnen Werkzeuge zur Besprechung

bringen, zweckmäßiger an die natürliche Anordnung derselben am Stammkörper halten.

In diesem Sinne wollen wir uns nun auch vorerst mit den am Kopf befindlichen Werkzeugen beschäftigen und gleich mit dem allerwichtigsten und interessantesten derselben nämlich mit der Kieferzange den Anfang machen. Vorausschicken will ich nur noch, daß in diesem Kapitel zunächst die allgemeine Konstruktion und der Bewegungsmechanismus des in Rede stehenden Instrumentes erläutert werden soll, während wir uns die Schilderung

Fig. 33.



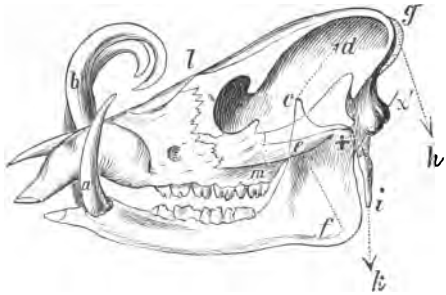
A Schema einer gewöhnlichen Zange. e Drehpunkt.
B Schema der Kieferzange der Säugetiere. a b Schädel. b Drehpunkt des Schädels. o Drehpunkt des Unterkiefers (e o). b i Halswirbelsäule. h g Muskel zum Heben der obern Zungenbacke. l(k)f Muskel zum Herabziehen des Unterkiefers (digastricus). p e Schläfenmuskel. o n Kaumuskel (beide dienen zum Heben des Unterkiefers.) (Original).

der besonderen Ausrüstung oder Armierung derselben für den folgenden Abschnitt aufsparen.

Um die vielfach äußerst komplizierte Konstruktion der Kieferzange leichter zu begreifen, dürfte es sich empfehlen, wenn wir uns vor allem den Mechanismus einer gewöhnlichen künstlichen Zange vor Augen halten. Ein solches Instrument (Fig. 33 A) besteht bekanntlich aus zwei sich kreuzenden starren Stäben oder Stangen a b und c d, deren Drehpunkt e mit dem Durchkreuzungspunkt zusammenfällt. Die vor dem Drehpuukt befindlichen Teile der Stangen, zwischen welche der zu fassende Körper gebracht wird, also e a und e c werden bekanntlich als Backen,

die hinteren e d und e b als Stiele oder Handhaben bezeichnet und sind erstere in der Regel kürzer als die letzteren. Wir könnten auch sagen, die Zange ist eine Kombination von zwei zweiarmigen und um eine gemeinsame Achse sich drehenden Hebeln. Was dann die Bewegung der künstlichen Zange betrifft, so besteht dieselbe, wie jeder weiß, darin, daß man, um sie zu schließen, die Stiele auseinander zieht und umgekehrt, um sie zu öffnen, dieselben gegeneinander drückt. Von den verschiedenen Kopfzangen der Wirbeltiere entspricht der beschriebenen Konstruktion verhältnis-

Fig. 34.



Schädel des Hirschebers. † Drehpunkt des Unterkiefers am Schädel. c Kronenfortsatz des Unterkiefers. e Jochbein. o d Schläfenmuskeln (m. temporalis). f e Kaumuskel (masseter). a untere, b obere Eckzähne.

mäßig noch am meisten jene der Säuger, die wir daher auch in erster Linie in Betracht ziehen.

Wenn der Leser ein komplettes Skelett irgend eines Säugetierkopfes, z. B. das in obiger Figur abgebildete, untersucht, so wird er zunächst ohne weiteres die den Hebeln der künstlichen Zange entsprechenden zwei Hauptteile erkennen. Der eine Hebel, und zwar der obere, ist die eigentliche Schädelkapsel einschließlich des in der Zickzacklinie l m mit ihr verbundenen Oberkiefers; der untere dagegen ist der in der Regel aus einem einzigen bogen- oder hufeisenförmig gekrümmten Knochen bestehende Unterkiefer (a f), welcher an dem mit † bezeichneten hart vor der Ohröffnung gelegenen Punkte an der Schädelkapsel aufgehängt ist.

Abgesehen davon, daß das Gelenk zwischen den bezeichneten zwei Hebeln der Kopfzange ein ganz anderes als bei der künstlichen Zange ist, wird dem Leser aber sofort noch ein weiterer fundamentaler Unterschied auffallen. Es ist der, daß der untere Hebel nicht zweiarmig, sondern nur einarmig ist, indem er sich vom Drehpunkt aus nur nach vorn, nicht aber, oder wenigstens nicht nennenswert, nach hinten zu ausdehnt. Eine fernere Eigentümlichkeit der Säugerkopfzange, die sie allerdings auch mit gewissen Formen künstlicher Zangen teilt, besteht dann darin, daß der untere Hebel bei der Profilansicht keine gerade, sondern wie bei den Nußknackern oder Zuckerbrechern eine mehr oder weniger rechtwinkelige Linie bildet und zwar in dem Sinne, daß der vordere Teil, der die Zähne trägt, wagrecht liegt, während das hintere oder das Gelenkstück (fc) vertikal in die Höhe steigt. Der Vorteil dieser Einrichtung ergiebt sich bei Vergleichung der beiden Zangenarten A und B in Fig. 33 von selbst. Bei der ersteren Form mit geraden Backen stehen nämlich allfällige Zahnvorsprünge schief, bei der zweiten mit winkeligen Backen gerade aufeinander und es ist klar, daß im letzteren Falle ein zwischen den Zähnen und überhaupt zwischen den Zangenbacken eingeklemmter Gegenstand bei Anwendung gleicher Kraft einen größeren Druck erfährt und also auch — worauf es ja hier vor allem ankommt — leichter zerquetscht oder zerschnitten werden kann.

Um gewisse andere Besonderheiten des Kopfzangenhebelwerkes, z. B. die gerade am Eberkopf stark hervortretenden auffallenden Unebenheiten der betreffenden Knochen richtig zu würdigen, müssen wir uns früher mit dem zugehörigen Bewegungsapparat bekannt machen.

Die Bewegung der künstlichen Zange geschieht bekanntlich
1 d zwar ganz ausschließlich nur vermittelst der Handhaben oder
(iele. Dasselbe gilt nun auch zunächst vom oberen Hebel der
! opfzange, der z. B., wenn der untere festgestellt ist, durch die
1 s von früher bekannten Hinterhaupthalsmuskeln gehoben
1 rden kann, wobei der hinter dem Drehpunkt befindliche

Teil des Kopfes (in unserem Schema Fig. 33 B, e b) dem Stiel oder Kraftarm der oberen Backe einer künstlichen Zange entspricht. Ein solches Heben der Oberbacke der Kopfzange findet man aber bei den Säugetieren im ganzen nur selten, so z. B. bei Hunden, wenn sie nach Fliegen schnappen oder bei Raubtieren, wenn sie den Rachen übermäßig aufsperren müssen, und ist es eben eine Eigenheit der Kopfzange der Säuger und der meisten Wirbeltiere, — und bei uns ist dasselbe der Fall — daß ihre Oberbacke vollkommen feststeht, und daß das Öffnen und Schließen derselben nur durch die Unterbacke geschieht. Was nun aber die Bewegung der letzteren anlangt, so beruht dieselbe, wie sich aus der Einarmigkeit des betreffenden Hebels von selbst ergiebt, auf einem ganz anderen Prinzip wie bei der künstlichen Zange.

Fassen wir zunächst das Senken der Unterbacke ins Auge. Dasselbe geschieht vornehmlich durch das eigene Gewicht derselben, kann aber, wo es sich um ein stärkeres Aufsperren des Mundes handelt, auch durch einen besonderen Muskel (Schema B f k l) unterstützt werden. Mit dem nicht so leicht verständlichen Mechanismus dieses Muskels, den man den zweibäuchigen (Digastricus) nennt, werden wir uns aber erst bei einer späteren Gelegenheit beschäftigen.

Ganz außerordentlich interessant ist die Einrichtung der Kopfzange, die sich auf die aktiven Bewegungen des Unterkiefers bezieht. — Erinnern wir uns daran, daß z. B. ein Löwe große Säugetiere, wie etwa eine Gazelle oder dergl. im Maule fortzutragen vermag, oder daß er einem solchen mit Leichtigkeit die stärksten Wirbel zermalmt, so begreifen wir ohne weiteres, daß es sich beim Heben des Unterkiefers nicht um die bloße Überwindung seines Gewichtes, sondern vielmehr darum handelt, denselben mit einem solchen Überschuß an Kraft emporzuziehen, daß dadurch große Widerstände beseitigt werden. Wie kolossal aber die Stärke des in Rede stehenden Druck- oder Hebemechanismus bei gewissen größeren Tieren ist, darüber kann sich der Leser

vielleicht eher eine deutliche Vorstellung bilden, wenn er hört, daß z. B. schon zum Zerbrechen eines Pfirsichkerns ein Druck von vier- bis fünfhundert Kilo erforderlich ist. Bedenken wir dann außerdem noch, daß die betreffenden Druck- oder Zugkräfte der Muskeln aus von selbst einleuchtendem Grunde nicht vorn am Unterkiefer, sondern weit hinten (Schema B p) angreifen, daß sie also an einem relativ sehr kurzen Hebelarm wirken, so versteht es sich von selbst, daß sie, um ihrem Zwecke dennoch zu genügen, von ganz besonderer Stärke sein müssen. Und in der That sehen wir am ganzen Körper nirgends so gewaltige Muskelmassen auf einem verhältnismäßig engen Raum zusammengedrängt wie gerade in der Umgebung des Kiefergelenkes. Diese großen Muskeln erfordern aber andererseits wieder ausgedehnte Ansatzflächen und die betreffenden Anpassungen der Knochen wollen wir uns nun und zwar wieder an der schon öfter gebrauchten Fig. 34 (S. 60) zunächst ansehen.

Der Leser bemerkt hier, daß vor allem der zu bewegende Knochen, d. i. der Unterkiefer selbst eine auf den Ansatz starker Muskeln berechnete Form hat. Der aufsteigende Ast derselben ist nämlich auffallend breit, ferner stark ausgehöhlt und an den Rändern mit vorspringenden Leisten versehen. Man beachte aber besonders einen namentlich bei Raubtieren stark entwickelten hackenartigen Vorsprung (c), den sogen. Kronenfortsatz. Noch umfangreicher und auffallender sind die Anpassungen des angrenzenden Schädelteils, von wo die Kiefer- oder Kaumuskeln ihren Ursprung nehmen. Da sehen wir vor allem wieder, ähnlich wie am Unterkiefer eine geräumige, die ganze Schädelseite einnehmende Grube (d), die Schläfengrube, die bei den meisten Säugern vorn mit der Augenhöhle zusammenfließt. Diese große Grube ist dann namentlich oben und hinten von einem kammartig sich erhebenden Rahmen eingefaßt, der speziell wieder bei Raubtieren, z. B. beim Löwen eine solche Höhe erreicht, daß uns, wenn wir einmal die Bedeutung dieser Knochenwülste kennen, schon beim Anblick des skelettierten Schädels eines solchen Tieres

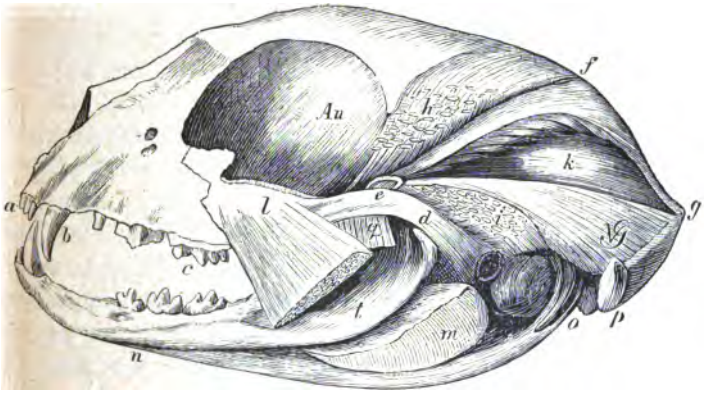
ein Grauen erfaßt. Das merkwürdigste von all den in Rede stehenden Adjustierungen ist aber der freie, die Schläfengrube überbrückende Knochenbogen, der sich vom Hinterschädel, gerade über dem Kiefergelenk (†) zum Oberkiefer (m) herüberspannt. Dieser Jochbogen — bekannter unter dem Namen Backenbein — bietet den Kaumuskeln, wie schon seine Lage erkennen läßt und wie wir weiter unten noch deutlicher sehen werden, Ansatzflächen auf jeder Seite, nämlich oben und unten, außen und innen, und will ich nur noch kurz bemerken, daß die Größe und Krümmung dieses Bogens ohne weiteres Schlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Kieferzange gestattet.

Nun werden wir uns über die Muskeln, welche zunächst zum Heben des Unterkiefers dienen, sehr leicht orientieren. Man hat zwei solcher Fleischmassen zu unterscheiden, die sich aber wieder in mehrere Lagen sondern. Der eine Hauptmuskel — man vergleiche hierzu wieder Fig. 34, entspringt vom Jochbeinbogen (e) und setzt sich an den hinteren Winkel des Unterkieferastes (f) an. Seines Ursprungs wegen nennt man ihn den Jochmuskel (masseter). Der zweite Hauptmuskel hingegen geht von der Schläfengrube (d) und ihren Randwülsten aus und greift am handhabenartigen Kronenfortsatz (c) an. Man bezeichnet ihn daher ganz passend als Schläfenmuskel (temporalis). Daß aber diese zwei Muskeln auch wirklich den Unterkiefer hinauf ziehen, ergiebt sich unmittelbar aus der Zeichnung, sowie aus dem bekannten Schema S. 59, worin die punktierte Linie n o den Joch- und m p den Schläfenmuskel vorstellt.

Eine genauere Vorstellung über die in Rede stehenden Verhältnisse giebt dann das nachstehend abgebildete Kiefermuskelpräparat einer Katze. Der Leser besehe hier zunächst die vordere und äußere Partie des Jochmuskels l m, von dem ich absichtlich in der Mitte (bei r) ein Stück herausschnitt, um den aufsteigenden bei d mit dem Schädel artikulierenden Kieferast u zeigen. Wie man sieht, ist dies ein außerordentlich dicker u d zugleich breiter Muskel. Unterhalb desselben kommt ein Mus l

q zum Vorschein, der die ganze Breite des Jochbogens einnimmt, von dem aus er sich nach unten zur Grube des Kieferastes erstreckt. Es ist dies die sogen. hintere oder besser innere Partie des Jochmuskels. — Besonders schön zeigt sich aber an unserem Präparat das System der Schläfenmuskeln, das indessen doch noch einiger erklärender Worte bedarf. Mit Hilfe der früheren Figur 34 wolle man sich zunächst gegenwärtig halten, daß die Handhabe des Unterkiefers, unter dem Jochbogen hindurch, bis

Fig. 35.



Kiefer-Muskulatur der Katze. a Schneide-, b Eck-, c Backzähne. d Jochbein. e Kronenfortsatz des Unterkiefers (t). Au Augenhöhle. k Schläfengrube. p Gelenkzapfen des Hinterhauptes. m l Jochmuskel (masseter). e i, e f, e h, Hauptteile des Schläfenmuskels. o n Niederzieher des Unterkiefers. (Original.)

in die (bei k bloßgelegte) Schläfengrube emporragt. Die Spitze dieser Handhabe sieht man oben bei e. Nun beachte man weiter, daß sich der Schläfenmuskel in zwei, im ganzen flügelförmige Lagen sondert: in eine tiefe e f g, welche die eigentliche Schläfengrube einnimmt und in eine oberflächliche h und i, welche die tiefere zum Teil bedeckt. Diese letztgenannte Muskellage verdient insofern unser ganz besonderes Interesse, als ihre Fasern vor an den Rändern der Schläfengrube sich auf Knochenteile setzen, während die übrigen von einer dicken die Schläfenweich-

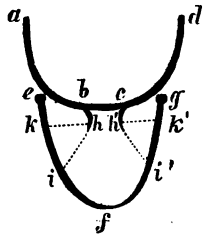
teile überziehenden Sehnenhaut entspringen. Streng genommen ist also die Gesamtursprungsfläche des Schläfenmuskels der Katze nicht eine bloße Grube, sondern vielmehr eine rings geschlossene Höhle, deren Außenwand aber nicht vollkommen starr ist. Bei manchen Tieren kann man die Kontraktion sowohl des Joch- als des Schläfenmuskels sehr gut beobachten, so z. B. beim Pferd, bei welchem letztgenannter Muskel während des Fressens unmittelbar über oder hinter dem Auge als ein starker Wulst hervortritt.

Wir haben bisher stets nur von einem Senken und Heben oder von einer vertikalen Bewegung des Unterkiefers gesprochen und bei manchen Säugern, wie z. B. gerade bei der Katze, ist diese Lageveränderung in der That auch die einzige. In der Regel ist nun aber bekanntlich die Bewegung der Kopfzange insofern weit komplizierter wie bei einer künstlichen, als der Unterkiefer, wie wir ja an uns selbst beobachten können, auch einer seitlichen Verschiebung, sowie einer schlittenartigen Vor- und Rückwärtsbewegung fähig ist. Daraus ergiebt sich aber wieder von selbst, daß auch der Muskelmechanismus noch manche bisher nicht besprochene Teile enthält, und über diese wollen wir uns nun zunächst ein wenig orientieren. Wenn der Leser den Schädel irgend eines Säugers von der Unterseite ansieht, so bemerkt er hinter dem an den Oberkiefer sich anschließenden flachen Gaumenbein ein paar frei vorstehende Platten, die man ihrer Gestalt wegen die Flügelbeine nennt. Diese Knochenlamellen sind nun in bezug auf den Unterkiefer ungefähr so gelagert, wie es nachstehendes Schema Fig. 36 zeigt, in welchem a b c d den Umfang des Hinterkopfes, e f g den Unterkiefer und b h und c h' das links- und rechtsseitige Flügelbein bedeutet. Füge ich noch bei, daß die beiderseitigen Punktlinien h k und h i Muskeln entsprechen, die sich in der bezeichneten Richtung zwischen den Flügelbeinen und dem Unterkiefer ausspannen, so wird dem Leser zweierlei klar. Erstens, warum man diese Muskel Flügelmuskel nennt und zweitens, daß diese eben vermöge der ange-

gebenen Lage dazu bestimmt sind die Seitenbewegungen des Unterkiefers zu bewirken. In letzterer Beziehung möchte ich noch darauf aufmerksam machen, daß eine Verkürzung der linksseitigen Muskeln eine Drehung des Kiefers nach rechts und umgekehrt eine Zusammenziehung der rechtsseitigen Stränge eine Verschiebung nach links im Gefolge hat, denn die Bewegung muß ja immer nach dem fixen Punkt hin, hier also gegen das betreffende Flügelbein von statten gehen.

Noch kürzer können wir jene Muskeln abthun, die das Vorrutschen und Zurückziehen des Unterkiefers verursachen, und zwar einfach deshab, weil es sich hierbei nur um Nebenwirkungen der bereits genannten Hebe- und Drehmuskeln handelt. Die Sache ist folgende. Um eine reine Aufwärtsbewegung hervorzubringen, müßte der Ursprung der betr. Muskeln offenbar genau vertikal über ihrem Ansatz liegen; denn liegt ersterer vor dem letzteren, so muß ja zugleich eine Vorwärtsbewegung und umgekehrt, wenn er hinten liegt, eine Bewegung nach rückwärts erfolgen. Betrachtet der Leser nun von diesem Gesichtspunkt aus zunächst den äußeren Jochmuskel am Katzenkopf (Fig. 35 l m), so wird es ihm ohne weiteres klar, daß derselbe den Unterkiefer vorwärtszuziehen strebt, denn sein Jochbeinursprung l liegt ja sehr weit vor dem Ansatz am hinteren Unterkieferwinkel. Ebenso wird er begreifen, daß der Schläfenmuskel mit seinem zum Teil bis ans hinterste Schädelende f g p verlegten Ursprung dem Unterkiefer, indem er ihn hebt, auch einen Zug nach rückwärts erteilt. Dieser Rückwärtszug wird aber noch bedeutend unterstützt durch die inneren Flügelmuskeln Fig. 36 h i und h' i', die, wenn sie beide zugleich wirken, den Unterkiefer notwendig gegen ihre fixen Ursprungsstellen, d. i. also nach hinten bewegen müssen.

Fig. 36.



Zur Erläuterung der Wirkung der Flügelmuskeln. a b c d Schädel. h, h' Flügelbeine. e f g Unterkiefer. e, g Gelenke desselben. h k, h' k' äußere, h i, h' i' innere Flügelmuskeln.

Nun haben wir uns aber weiter zu fragen, wie es denn kommt, daß der Unterkiefer der Katze trotz der besprochenen Einrichtung nur reine Zangen- oder Vertikalbewegungen zeigt, während z. B. beim Pferd und bei den Wiederkäuern damit sehr starke Seitwärtsverschiebungen und u. a. bei den Nagetieren wieder ausgiebige Schlittenbewegungen verbunden sind. Der Grund dieser Ungleichheit der Kieferbewegung ist, wie ich gleich nachweisen werde, ein doppelter. Zunächst wolle man sich gegenwärtig halten, daß die einzelnen Teile des beschriebenen Muskelapparates bei den verschiedenen Säugern zum Teil sehr ungleich ausgebildet sind. So ist beispielsweise beim Hasen der äußere Jochmuskel relativ viel stärker als etwa bei uns und nähert sich noch mehr der wagrechten, und so wird es uns auch nicht länger wunder nehmen, daß dieses Tier mit dem Unterkiefer so starke Rutschbewegungen ausführt. In ähnlicher Weise werden einem dann auch die ausgiebigen Seitwärts- oder Mahlbewegungen des Pferdekiefers verständlich, wenn man sieht, daß hier wieder die Flügelmuskel von ganz besonderer Stärke sind.

Nicht minder wichtig für die Bewegungsweise des Unterkiefers ist dann die Art seiner Einlenkung und Bandverbindung. So interessant indes auch gerade dieses Verhältnis ist, muß ich doch mit ein paar flüchtigen nur zur Orientierung dienenden Angaben darüber hinwegeilen. Am Kiefergelenk der Säuger kann man füglich drei Hauptformen unterscheiden. Eine solche Hauptform zeigt uns u. a. die Katze. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß die Gelenkfläche des Unterkiefers einen querlaufenden Cylinder bildet, der in einer entsprechenden verhältnismäßig sehr tiefen Pfanne des Schädels sitzt. Man hat es hier also mit einem echten Scharniergelenk zu thun, das dem Unterkiefer nur Vertikal- oder Beißbewegungen gestattet. Gerade umgekehrt ist das Verhältnis am Nagetier- oder Schlittengelenk, insofern hier die Rinne zur Aufnahme des Unterkiefers bei gewissen Formen wenigstens nach der Länge verläuft, also eigentlich nur eine Führung vorstellt. Gegenüber diesen zwei auf ei

Zwangsbewegung berechneten Gelenken kann man dann die dritte Hauptform als gemischtes oder freies Gelenk bezeichnen. Ein solches haben u. a. wir selbst und zeichnet sich dasselbe eben durch seine Charakterlosigkeit aus, indem weder die eine noch die andere Gelenkfläche eine scharf ausgeprägte Form hat. Der weitere Umstand, daß hier auch die Bänder ringsum ziemlich gleich straff, bez. gleich nachgiebig sind, bringt es mit sich, daß der Unterkiefer nach verschiedenen Seiten bewegt werden kann [6]).

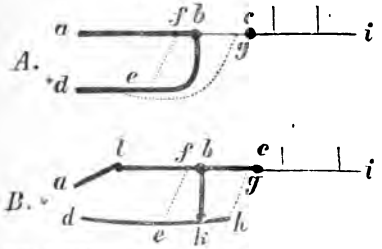
Mancher Leser hat gewiß schon solche Zangen in Händen gehabt, bei welchen eine Backe durch ein Scharniergelenk in zwei hintereinander liegende und gegeneinander bewegliche Stücke gegliedert ist und hat darüber gestaunt, wie man zu einer solchen für viele mechanische Arbeiten äußerst zweckmäßigen Erfindung gekommen ist. Die Konstruktion der Kopfzange der Vögel, der Lurche und der Fische, die wir nun zu betrachten haben, verdient aber eine weit größere Bewunderung, denn ganz abgesehen von dem überaus sinnreichen Muskelapparat, der diese natürlichen Zangen bewegt, ist das Hebelwerk selbst in der Regel so vielfach zusammengesetzt oder gegliedert, daß wir eigentlich gar nicht mehr von einem Werkzeug, sondern vielmehr von einer komplizierten Maschinerie reden sollten.

Ehe ich auf die Darstellung dieser merkwürdigen Verhältnisse übergehe, muß ich den Leser bitten, sich früher noch einmal mit Hilfe nachstehenden Schemas (Fig. 37) die Einrichtung der Kieferzange bei den Säugern ins Gedächtnis zu rufen. Wir haben hier bekanntlich eine aus einem einzigen Stück bestehende Oberbacke a b c, und eine gleichfalls ungeteilte (am Schädel eingelenkte) Unterbacke b d, die, wie man weiß, einem einarmigen Hebel entspricht, indem die Muskeln, welche ihn emporheben (f) und jene, welche ihn niederziehen (e g), vor dem Drehungs- nkte (bei e) angreifen.

Nun besehe man sich die betreffende Einrichtung bei einem gel, z. B. einem Huhn, aber, will sich der Leser anders ein les Verständnis dieser Dinge erwerben, nicht bloß an unserer

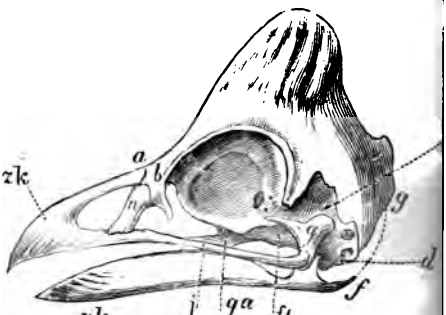
Abbildung (Fig. 38), sondern an einem ohnedem sehr leicht zu beschaffenden wirklichen Objekt. — Da bemerken wir vor allem, daß der Unterkiefer (ukf) nicht direkt am Schädel eingelenkt ist, sondern daß sich zwischen ersteren und letzteren ein besonderer beweglicher Verbindungsknochen, das auch allen übrigen noch zu behandelnden Wirbeltieren eigentümliche Quadratbein q einschaltet. Dieser in mechanischer Beziehung höchst interessante Zwischenknochen bringt es wohl auch mit sich, daß der Unterkiefer der betreffen-

Fig 37.



Zur Vergleichung der Säuger- (A) und der Vogel-Kieferzange (B). A: a c Schädel. c i Halswirbelsäule. c Drehpunkt des Schädels. d b Unterkiefer. b Drehpunkt desselben. e f Aufheber. g e Niederzieher des Unterkiefers. B: a l beweglicher Vorderteil des Schädels (Oberschnabel) l Drehpunkt. d h Unterkiefer. k h hinterer Fortsatz (Hebel) desselben. k b Quadratbein. g h Niederzieher des Unterkiefers. (Original.)

Fig. 38.



Kopfskelett des Perlhuhns nach Selenka. zk Zwischenkiefer. a Gelenk desselben am Schädel. n Nasenbein. b Thränenbein. j Jochbein. q Quadratbein. c Gelenk desselben am Schädel. ga Gaumen-, fl Flügelbein. Unterkiefer. f sein hinterer Fortsatz. gf Niederzieher des Unterkiefers.

den Tiere jenes Teiles der Säuger entbehrt, den wir als aufsteigenden Ast bezeichnet haben. Dafür hat der Vogelunterkiefer etwas, was jener der Säuger nicht hat, nämlich hinter dem Quadratbeingelenk einen längeren Fortsatz f oder mit anderen Worten, einen hinteren Hebelarm. — Die größte Eigentümlichkeit der Vogelzange liegt aber im folgenden. Betrachtet man das Kopfskelett eines Säugers von der Oberseite, so sieht man, daß der zahntragende Vorderabschnitt, d. i. der Zwischen- und der Oberkiefer mit dem Mittelkopf durch eine sehr breite und ganz

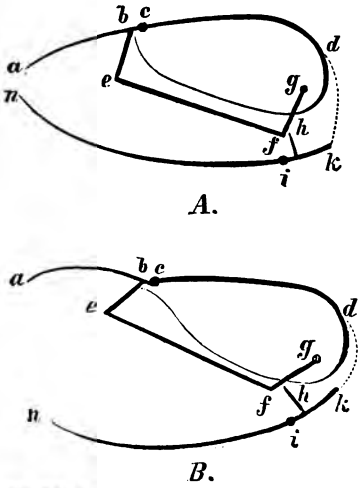
unnachgiebige Zickzacknaht verbunden ist. Beim Vogel dagegen ist diese Verbindung (b a) erstens überhaupt sehr schmal und zweitens befindet sich an dieser Stelle oft ein förmliches Scharniergelenk, so daß der Oberschnabel bei festgehaltenem Schädel einen beträchtlichen Bogen nach auf- und abwärts beschreiben kann. Diese Beweglichkeit der Oberbacke hängt aber noch von einer anderen Eigentümlichkeit der Verbindungsweise der Kopfknochen ab. Wäre auch an unserem eigenen Kopfe zwischen dem Ober- (resp. Zwischen-)Kiefer und dem Stirnbein eine bloße Bandverknüpfung, so könnten wir ersteren doch nicht bewegen und zwar deshalb, weil derselbe auch von der Seite und von unten durch unverrückbare Pfeiler mit dem Schädel zusammenhängt. Solcher fester Pfeiler hat man aber bei den Säugetieren auf jeder Seite zwei, nämlich einen äußeren den Jochbogen, der bekanntlich in der Mitte ganz frei vom Schädel absteht und dann einen inneren, der vorne aus dem Gaumen- und hinten aus dem gleichfalls schon erwähnten Flügelbeine besteht, und der, worauf das Hauptgewicht zu legen, den Kiefer mit dem eigentlichen Schädel zu einem einzigen festen Ganzen vereinigt.

Wesentlich anders verhält es sich nun bei den Vögeln und überhaupt bei den meisten anderen Wirbeltieren. Zunächst ersieht man schon aus der obigen Figur 38, daß der äußere Pfeiler oder das Jochbein (j), welches hier außerordentlich schmal und lang ist, nicht unmittelbar mit dem Schädel, also mit einem an und für sich fixen Teil, sondern mit dem selbst wieder beweglichen Quadratbeine (q) verbunden ist. Noch bemerkenswerter ist aber der innere oder der Gaumenflügelbeinpfeiler, den man sich aber unbedingt an einem frisch präparierten Schädel anschauen muß. Betrachtet man einen solchen neben dem eines Säugers von der Unterseite, so wird man sofort einen großen Unterschied bemerken. Während nämlich bei den Säugern genannte Pfeiler in der Mittellängslinie miteinander und mit dem Schädel verschmolzen sind, also eigentlich gar keine Pfeiler, sondern eine

breite und ganz solide Basis bilden, treten diese Balken bei den Vögeln als wirkliche, d. i. vollkommen freie Seitenstreben hervor, die, und das wolle man besonders ins Auge fassen, gleich den Jochpfeilern, abermals nicht mit dem Schädel selbst sich vereinigen, sondern sich seitwärts auf die Quadratbeine stützen.

Wie überaus sinnreich die beschriebene Knochenverbindung ist, das wird dem Leser aber erst recht klar werden, wenn er am frisch präparierten Objekt, während er mit einer Hand den Schädel von oben festhält, mit der anderen den Unterkiefer stark herabzieht; es geht dann nämlich ganz von selbst, ich meine ohne Muskelwirkung oder Anwendung einer besonderen Kraft der Oberschnabel in die Höhe. Wie dies aber kommt, darüber wollen wir uns mit Hilfe beistehender Zeichnungen Rechenschaft geben.

Fig. 39.

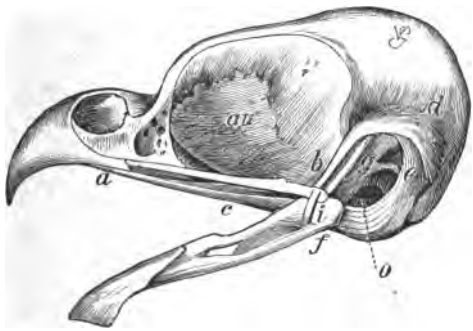


Zur Erläuterung der Bewegung des Oberschnabels bei den Vögeln. A Oberschnabel im Ruhezustand. B gehoben. a b Oberschnabel. n k Unterschnabel. c Gelenk des Oberschnabels. b e Nasenbein. e f Jochbein. f g Quadratbein. i Drehpunkt des Unterkiefers, g des Quadratbeines. d k Niederzieher des Unterkiefers. (Original.)

In Fig. A, welches die Kopfzange im Ruhestadium vorstellt, bezeichnet zunächst n k den um den Punkt i drehbaren Unterkiefer, während a b der Oberschnabel mit dem Drehpunkt c, und c d der eigentliche Schädel ist. Ferner hat man sich unter der Linie b e das Nasenbein (vgl. Fig. 38 n) und unter g das Quadratbein zu denken. h ist dann weiter ein unmittelbar hinter dem Unterkiefer-Quadratbeingelenk befindlicher Stift an erstgenannten Knochen, der aber (vgl. Fig. 38 d) in Wirklichkeit nicht so lang ist. Endlich soll die das Nasen- und Quadra-

bein verbindende Linie e f die erwähnten Seitenpfeiler versinnlichen. — Denken wir uns nun den Unterkiefer (wie in B) herabgezogen, so wird offenbar durch den erwähnten Stift (h) das Quadratbein und damit das vor ihm befindliche Gestänge in der aus der Figur ersichtlichen Weise nach vorn gestoßen. Diese Vorwärtsbewegung hat dann aber weiter zur Folge, daß der mit dem Nasenbein (b e) einen Winkelhebel bildende Oberschnabel in die Höhe gehoben wird. Ich muß nun zunächst noch ein paar Worte über die Muskeln der Vogelkopfzange beifügen. Aus Fig. 38 und der folgenden (Fig. 40) ersieht man, daß

Fig. 40.



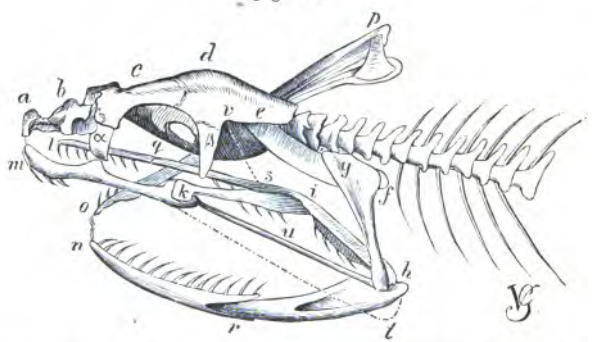
Kopf einer Eule. au Augenhöhle. a c b Flügelmuskeln zum Herabziehen des Oberschnabels. b d Schläfenmuskeln. i Seitenband am Kiefergelenk. o Ohröffnung. f e Niederzieher des Unterkiefers. (Original.)

der Schnabelöffner (f e) nicht wie bei den Säugern am vorderen, sondern am schon erwähnten hinteren Hebelarm (f) des Unterkiefers seinen Ursprung nimmt. Vom Hebeapparat zeigt unsere Figur den Schläfenmuskel b d, dessen fächerartiger Fleischteil sich über der Ohrkapsel ausbreitet. Besonders wichtig sind nun hier noch die inneren Flügelmuskeln c a, die den aufgerichteten Oberschnabel mit großer Gewalt herabziehen. Dies ist aber insofern notwendig, als ja sonst, wenn zwischen den sich schließenden Zangenbacken ein harter Gegenstand, sagen wir irgend eine feste Frucht läge, der Vorderteil der Ober-

backe wegen des bekannten Gelenkes nach oben ausweichen und somit ein Festhalten und Zerdrücken des betreffenden Objektes vereiteln würde.

Der Leser hat sich im Vorhergehenden wohl genugsam überzeugt, daß der Kieferapparat der Vögel in der That ein höchst eigentümlicher und verwickelter Mechanismus ist. Trotz aller seiner Besonderheiten gleicht er aber — und dasselbe gilt vom Kieferapparat der meisten Reptilien und Lurche, z. B. von dem der Eidechse, der Schildkröte, des Krokodils, des Frosches,

Fig. 41.



Kopfskelett der Natter. a Zwischenkiefer. b Nasenbein. c Stirnbein. α vorderes, β hinteres Stirnbein. d Scheitelbein. e Hinterhauptsbein. ef Schuppenbein (squamosum). gh Quadratbein. mk Oberkiefer. ki Querbein (o. transversum). lq Gaumenbein. qih Flügelbein. nrh der aus mehreren Stücken zusammengesetzte Unterkiefer. (Original.)

des Salamanders u. s. w. — doch insofern der Säugerkieferzange, als der Unterkiefer ganz nahe am Schädel eingelenkt ist und als diese Zange, wie eine künstliche, ausschließlich nur dazu dient, ein Nahrungs- oder Beuteobjekt festzuhalten und eventuell zu zerkleinern.

Eine ganz andere Konstruktion hat dagegen der Schlangenrachen, mit dem wir uns nun beschäftigen wollen, und dies wird den Leser auch gar nicht wunder nehmen, wenn er sich gegenwärtig hält, daß mittelst des betreffenden Apparates ganze Tier

die oft umfangreicher als die Schlange selbst sind, hinuntergewürgt werden. —

Nehmen wir zunächst wieder ein samt den Bändern präpariertes Skelett, sagen wir von der gemeinen Natter, zur Hand, so fällt uns vor allem das eine auf, daß das Unterkiefergelenk (Fig. 41 h) weit hinter dem verhältnismäßig ganz winzigen Schädel (c d e) und stark seitwärts von demselben liegt. Es rührt dies daher, daß das überaus langgestreckte Quadratbein (g h), welches auch hier die Verbindung zwischen dem Unterkiefer und dem Schädel vermittelt, nicht unmittelbar am letzteren entspringt, sondern von einem langen, schief nach hinten und außen gerichteten stielförmigen Fortsatz desselben, dem Schuppenbein e f, das gewissermaßen ein zweites Quadratbein ist. Nicht minder eigentümlich wie die Einlenkung des Unterkiefers ist dann die Konstruktion desselben selbst. Seine beiden, einen mächtigen Bogen bildenden Äste sind nämlich vorn nicht miteinander verwachsen, sondern derart durch ein elastisches Band (n o) verbunden, daß sie weit auseinander gezogen werden können. Mit Rücksicht auf die angegebenen Verhältnisse können wir füglich sagen, daß die Unterkieferäste im Verein mit ihrem aus dem Quadrat- und Schuppenbein bestehenden Aufhängeapparat oder Suspensorium mehr an armartige Gliedmaßen als an die gewöhnliche Kieferbildung erinnern. Der Vergleich trifft namentlich dann zu, wenn wir uns unsere Arme so gestellt denken, daß die Oberarme wie bei einem gewissen Schwimmtempo nach unten, hinten und außen liegen, während die Unterarme wagrecht nach vorn gehalten werden. Erstere entsprechen dann dem Quadrat- und Schuppenbein, letztere den Kieferästen. Diese Parallele hilft uns auch einigermaßen die Bewegung des Schlangenunterkiefers erläutern. Sowie sich nämlich die Ellbogen und damit die Unterarme in der angegebenen Lage nicht nur nach vorn und nach hinten, sondern auch nach oben und nach unten, bezw. weiter nach außen oder nach innen bewegen lassen, geradeso ist auch der Schlangenunterkiefer vermöge seiner Befestigungsweise und seiner Muskeln der vielseitigsten Bewegung fähig.

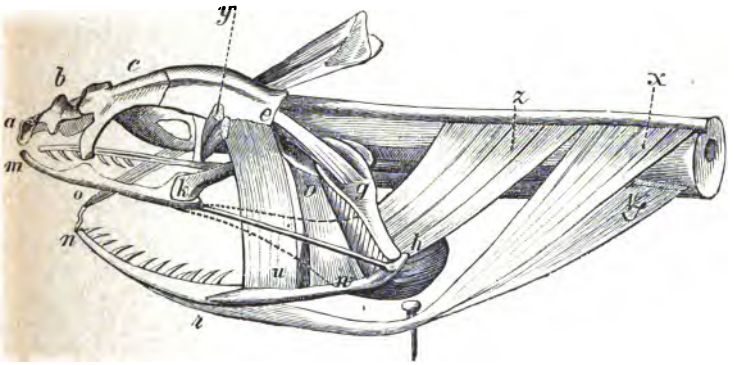
Aber nicht nur die unteren, auch die oberen Backen der Schlangen-Kopfzange zeigen eine ganz absonderliche Konstruktion. — Der Leser hat sich schon bei den Vögeln mit der Vorstellung vertraut gemacht, daß die oberen Kiefer vom eigentlichen Schädel unabhängige Teile sind. Während es aber dort der Mittel- oder Zwischenkiefer ist, der den Hauptteil der Oberbacke ausmacht, ist letzterer (Fig. 51 a) bei den Schlangen ganz verkümmert und sind es hier vielmehr die Seitenkiefer (m k), welche namentlich bei den Giftschlangen sehr stark entwickelt und derart mobil sind, daß sie nicht nur nach oben und nach unten, sondern auch nach vorn und nach hinten bewegt werden können. Das allermerkwürdigste am Schlangenrachen ist aber wohl der Apparat, durch den der freibewegliche Oberkiefer jeder Seite mit dem Unterkieferquadratbeingelenk verbunden ist. Das ganze Prinzip dieser Verbindung erinnert zwar an das der Vögel, es ist aber hinsichtlich der freien Beweglichkeit der einzelnen Teile noch viel vollkommener. — Man beachte zunächst, daß der bei den Säugern so massive Jochbogen hier nur durch ein darmsaitenartiges Band k u h vertreten ist. Was dagegen den inneren Längspfeiler, d. i. das Flügelgaumenbein betrifft, so fällt hier vor allem auf, daß der vordere Abschnitt, also das Gaumenbein (l q) gar nicht mit dem Seitenkiefer verbunden ist, sondern innerhalb desselben liegt und gewissermaßen auch im Hinblick auf seine Bezahnung und Beweglichkeit einen zweiten Oberkiefer vorstellt. Wir können auch sagen, die obere Zangenbacke besteht hier eigentlich aus vier parallel nebeneinander liegenden und gesondert beweglichen Hebeln. Mechanisch wichtig ist ferner noch, daß das langgestreckte und in seiner ganzen Ausdehnung gleichfalls bezahnte Flügelbein durch einen schiefen Balken, das sogen. Querbein (i k) mit dem Oberkiefer sich verbindet.

Wie außerordentlich praktisch dieser ganze verwickelte Mechanismus ist, das wird dem Leser aber erst ganz klar werden wenn wir die Thätigkeit desselben beobachten, und wird sich hierbei auch die beste Gelegenheit bieten, das wichtigste des zu

gehörigen, begreiflicherweise ebenfalls sehr komplizierten Muskelapparates kennen zu lernen.

Um das wesentliche des Vorganges, wie eine Schlange ein größeres Beuteobjekt in den Rachen und von da in den bekanntlich einer unglaublichen Ausdehnung fähigen Schlund befördert, vorauszuschicken, so beruht die Sache darauf, daß die Beute abwechselnd bald mit den nach hinten gerichteten Zähnen des Unterkiefers bald mit den, namentlich bei Giftschlangen noch größeren Haken des Oberkiefers festgehalten und nach hinten gegen

Fig. 42.

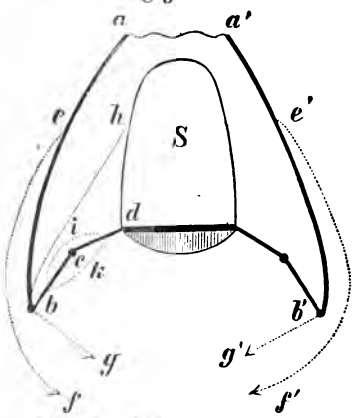


Kiefer-Muskulatur der Natter. y innere Flügelmuskeln. eu vorderer Hebemuskel des Unterkiefers. ow hinterer, hk äußerer (punktierter) Flügelmuskel. hz Unterkiefer-Halsmuskel. rx Unterkiefer-Nackenmuskel. (Original.)

die Schlundöffnung gezogen wird. Im einzelnen sind dann der Reihe nach folgende Bewegungen und Muskelaktionen hervorzuheben. Zunächst senkt die Schlange, um der Beute Platz zu machen, den Unterkieferbogen, indem sie denselben zugleich rückwärts zieht, und die hinteren und vorderen Enden der beiden Äste möglichst weit auseinander spreizt und werden hierbei nachstehende Muskeln in Anspruch genommen. Das Herabziehen des Unterkiefers geschieht vor allem durch einen starken Muskel (Fig. 42 rx), der dem zweibäuchigen Muskel (Digastricus) der Säuger ähnlich, weit vor dem Drehpunkt des

Unterkiefers angreift, aber nicht wie dieser am Hinterkopf, sondern, und dies offenbar um eine möglichst ausgedehnte Stützfläche zu haben, weit hinten am Stamm und zwar an den Rippen sich inseriert. Wie beistehendes Schema, Fig. 43 (Ansicht des Schlangenkopfes von oben), lehrt, dient dieser Muskel (e f, e' f') dazu, die beiden Kieferäste (a b u. a' b') vorn auseinander zu ziehen, was, nach der Stärke des Muskels zu urteilen, jedenfalls mit großer Gewalt geschieht. Der am Quadratbein angreifende, nicht minder massive Muskel (Fig. 42 h z, Fig. 43 b g, b' g'), der am Hals entspringt, hat dann besonders die Bestimmung, den Unterkiefer nach rückwärts zu ziehen, während andere zwischen Schädel-, Quadrat- und Unterkieferbein befindliche Muskeln (z. B. Fig. 42 e g und Fig. 52 i) ein flügelartiges Ausspreizen desselben bewirken.

Fig. 43.



Schema des Schlangenkopfes von oben. S Schädel. d c Schuppenbein. c b Quadratbein. Die Punktlinien i u. k bezeichnen die Lage der Muskeln, welche das Quadratbein heben resp. senken. b a Unterkieferast. Die Muskeln e f u. e' f' senken den Unterkiefer und ziehen zugleich seine beiden Äste auseinander. (Original.)

Wir kommen nun zum zweiten Schlingakt. Dieser besteht darin, daß die aus der Fig. 42 ersichtlichen zwei kräftigen Schläfenmuskeln (e u und o w) den Unterkiefer emporheben und daß gleichzeitig die (oberen) Seitenkiefer (samt den Gaumenbeinen) derart zurück- und herabgezogen werden, daß ihre Zähne in die Beute einschlagen und letztere zugleich, während der Unterkiefer durch andere Muskeln fixiert ist, etwas nach hinten zerren. Diese Abwärts- und Nachhintenbewegung des Oberkiefers ist aber das Werk des gleichfalls in der erwähnten Figur (zum Teil allerdings nur durch Punktlinien) angedeuteten äußeren

Flügelbeinmuskels k h (Schema h b), der vom hinteren Ende des Oberkiefers entspringt und sich um das Unterkieferquadratbeingelenk (h) als ein mächtiger Wulst herumschlingt. Einschalten muß ich hier noch, daß die Kontraktion der Schläfenmuskeln auch die Entleerung der in die Oberkieferzähne mündenden Giftdrüse bewirkt, indem letztere hart unter den in Rede stehenden Muskeln gelegen ist. — Ein weiterer Akt des Schlingens ist dann der, daß, während der Oberkiefer vermittelst seiner Zähne an der Beute selbst fixiert ist, der vorerwähnte äußere Flügelmuskel sich abermals zusammenzieht und nun gerade den umgekehrten Effekt wie früher erzielt, indem er den beim ersten Akt zurückgezogenen Unterkiefer wieder nach vorn bewegt. Ist dies geschehen, dann erfolgt der vierte Akt, darin bestehend, daß der in der Fig. 41 durch die Punktlinie v s angedeutete innere Flügelbeinmuskel den Oberkiefer samt den Gaumen- und Flügelbeinen von der Beute abhebt, worauf dann beim Zurückziehen des Unterkiefers die ganze jetzt beschriebene Schlingbewegung wieder von vorn anfängt.

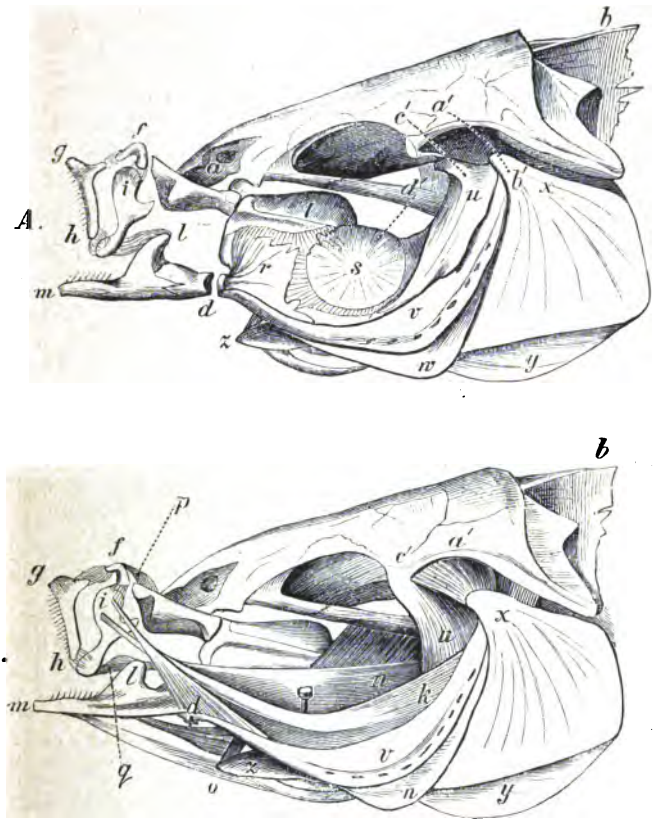
Es erübrigt jetzt noch die Darstellung des Kiefermechanismus der Fische; ich muß aber gleich bemerken, daß ich dieselbe nur unter der Voraussetzung in Angriff nehme, daß sich der Leser die in den nächsten Figuren abgebildeten Präparate eines Karpfen oder eines verwandten Fisches verschafft, denn nur in diesem Falle wird er an der Sache ein wirkliches und ich glaube dann auch sogar ein sehr großes Interesse finden.

Der Kieferapparat der Knochenfische — denn nur von diesen ist hier die Rede — hat im ganzen und großen viele Ähnlichkeit mit jenem der Schlangen, er zeigt aber andererseits doch wieder viele Besonderheiten. Eine solche ist zunächst die, daß die Oberbacke nicht nur aus Seitenkiefern (Fig. 44 i) besteht, sondern daß vor denselben noch ein großer halbringförmiger Zwischen- oder Mittelkiefer (g h) liegt, und wird der Leser ferner am Präparat beobachten, daß diese Hartteile unter sich, sowie mit dem Unterkiefer und dem Schädel durch eine äußerst elastische

Zwischenhaut verbunden sind. — Eine andere Eigentümlichkeit liegt dann in der Beschaffenheit jenes merkwürdigen Apparates, durch welchen der relativ sehr kurze Unterkiefer (m d) am Schädel aufgehängt ist. Während dieser nämlich bei den Schlangen nur einen einfachen, aus dem schlanken Quadrat- und Schuppenbein bestehenden Stiel bildet, haben wir es hier mit einer im Verhältnis zum Schädel geradezu kolossalen flügelthürartigen Platte zu thun, die freilich außer dem eigentlichen Kieferstiel noch viele andere fremdartige Bestandteile enthält. Der eigentliche Kieferstiel oder das Quadratbein ist die dreieckige Platte r. An diese lehnt sich nach einwärts das innere Flügelbein t, während die dahinter befindliche dünne Knochentafel s ein davon abgesondertes äußeres Flügelbein ist. Die eigentliche Verbindung mit dem Schädel geschieht durch das langgestreckte Stück u, das man, da es auf der Innenseite die Hörner des Zungenbeins (z) trägt, als Kieferzungenbein (Hyomandibulare) bezeichnet. Die noch übrigen Teile der, wie man sieht, ungemein reichgliederigen Seitenplatte kommen einzig und allein nur den Fischen zu; es sind dies nämlich die Kiemendeckplatten und zwar: der Hauptdeckel x, der untere Deckel y, der sichelförmige, fast bis zum Kiefergelenk reichende Vorderdeckel (v) und endlich der Zwischendeckel w.

Sehen wir nun, wie dieses ganze komplizierte Hebelwerk, an dem man, so oft man es auch betrachtet, immer neue Merkwürdigkeiten entdeckt, in Bewegung gesetzt wird. Wir gehen am zweckmäßigsten vom geschlossenen Maule aus, wie es, etwas vereinfacht, Fig. 45 B (S. 82) darstellt. Hier sind die (oberen) Seitenkiefer i ganz bis zum Vorderrand der vorhin beschriebenen großen Kopf-Seitenplatten c zurückgezogen und schließt sich diesen beiden Spangen vorn unmittelbar der halbringförmige Zwischenkie r (g l) und diesem wieder der Unterkiefer (m l) an. Dabei wolle m n noch beachten, daß die Mundöffnung nicht, wie bei ande n Wirbeltieren gerade nach vorn, sondern stark nach aufwärts gerich t ist. Dieses taschenmesserartig zusammengeklappte, aber nicht b ß

Fig. 44.

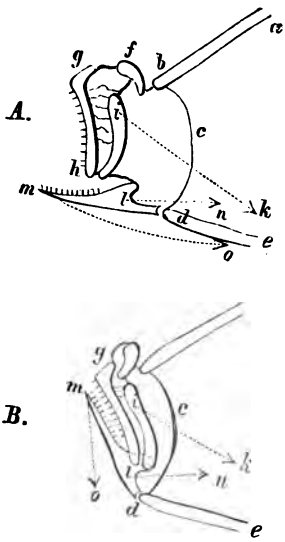


A Kopfskelett eines Karpfen. g h Zwischenkiefer (praemaxillare). i Oberkiefer (maxillare). a Nasenbein. f schlittenartig bewegliches Zwischenstück. m l d Unterkiefer. h l Bandverbindung. r Quadratbein. s äußeres Flügelbein. t inneres Flügelbein. u Kieferzungenstiel (hyomandibulare). x Kiemendeckel (Operculum). v vorderer, (praeop) y unterer, (infraop) w Zwischen- (interop) Deckel. c'u u. a'b' Muskeln zum Aufheben der flügelartigen Kiemendeckel. z Zungenbein. B Kiefermuskulatur (vgl. d. Text). (Original.)

als zwei sondern aus drei durch Scharniere verbundenen Stücken stehende Maul wird nun, wie der Leser aber am Präparat selbst

sich überzeugen soll, auf folgende überraschend einfache Art aufgesperrt. Das Öffnen geht von einem zwischen dem Unterkiefer und dem Zungenbein ausgespannten Muskel (m o, vgl. auch Fig. 46) aus, der zunächst den Unterkiefer herabzieht. Indem sich letzterer senkt, zieht er zugleich den Ober- und Zwischenkiefer nach vorn und zwar vermittelst eines Bandes, das den Hakenfortsatz l (Fig. 45 A B und Fig. 44) desselben mit den unteren Enden der letztgenannten um das Nasenbein f sich drehenden Hebeln verbindet. Das Maul zeigt nun die in Fig. 45 A und in Fig. 44 angedeutete Gestaltung, in der es leicht eine größere Beute auffangen und eventuell mit Hilfe des durch die Lüftung der großen Seitendeckel gebildeten nach hinten gerichteten Wasserstromes denselben auch verschlucken kann. Das erwähnte Aufheben der Seitendeckel oder die saugpumpenartige Erweiterung der Mundhöhle geschieht aber u. a. durch die aus der Fig. 44 ersichtlichen Muskeln a' b' und c' u, welche das Schädel-Kiemendeckelgelenk an der Außenseite überbrücken, während, wie ich gleich beisetzen will, analoge auf der Innenseite befindliche Muskeln die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen. — Sehen wir nun noch, wie der Fisch der aufgeschnappten Beute den Weg zur Freiheit verschließt. Wie bei allen Wirbeltieren geschieht dies zunächst durch einen Muskel (Fig. 44 B und Fig. 45 n l), der den gesenkten Unterkiefer anzieht und in die Höhe hebt. Derselbe greift an einem dem

Fig. 45.



Zur Erläuterung des Öffnens und Schließens des Fischmaules. h g Zwischenkiefer. i Oberkiefer. f Zwischenstück. b a und d e Schädel. m l d Unterkiefer. m o Herabzieher des Unterkiefers. l n Anzieher und Heber des Unterkiefers. i k Rückzieher des Oberkiefers. (Original.)

Kronenfortsatz des Säugetier-Unterkiefers nicht unähnlichen Fortsatz (Fig. 44 l) an und inseriert sich mit breiter Fläche (n) weit hinten am Kieferzungen- und Flügelbein (vgl. Fig. 44 A u. B), wie denn überhaupt die gewisse Kopf-Seitenplatte den starken Mundschließern ausgedehnte Stützflächen darbietet.

Ahmt der Leser an seinem Präparat die Wirkung des Unterkieferhebers nach, indem er ihn in der Richtung seiner Fasern anzieht, so wird er die Entdeckung machen, daß gleichzeitig auch die obern Kieferteile eingeklappt werden, und zwar wieder vermittelst desgleichen Bandes 1h, durch welches sie, wenn man den Unterkiefer senkt, nach vorn gezogen und auseinander gespreizt werden. Die obern Kieferhebel haben aber auch ihre besonderen Schließ- oder Anziehmuskeln, die aber in der Regel nur an den Seitenteilen (Fig. 44 B i) angreifen. Unser Präparat zeigt zwei solcher mit ihren Angriffssehnen sich kreuzender Muskeln, wovon der über dem Unterkieferheber entspringende (k) den Oberkiefer mehr nach hinten und der vor ihm in der Umgebung des Unterkiefer-Quadratbeingelenkes (d +) inserierte den genannten Teil mehr gerade nach abwärts zieht. Angesichts dieses ganzen Schnürwerkes wird der Leser leicht begreifen, daß an ein Öffnen der verhängnisvollen Thür seitens der eingefangenen Geschöpfe gar nicht zu denken ist. [7])

IV. Kapitel.

Die Ausrüstung der Kieferzange.

(Zähne und Schnabelbildungen.)

Wenn jemand von mir verlangte, ich sollte eine Beschreibung all der verschiedenen Zangenformen geben, welche der Mensch zur möglichst bequemen und exakten Ausführung seiner mechanischen Arbeiten erfunden hat, so würde ich ein solches Ansinnen mit Rücksicht auf die ganz unabsehbare Mannigfaltigkeit der

genannten Instrumente ganz entschieden von mir abweisen. Und doch ist die Aufgabe, die ich jetzt eigentlich zu lösen hätte, nämlich dem Leser, nachdem er den Mechanismus der Kieferzange kennen gelernt hat, auch eine Vorstellung von der äußern Form und von der Armierung derselben zu verschaffen, eine ungleich schwierigere; denn man bedenke nur das eine, daß es tausende von verschiedenen Fischen, Lurchen, Reptilien, Vögeln und Säugetieren giebt, und daß jedes dieser Geschöpfe seine ganz besondere Kieferform und Kieferausrüstung besitzt.

Indessen wird ja der Leser im Hinblick auf die vielen anderen Werkzeuge und Einrichtungen, die wir noch zu besprechen haben, nicht das Unmögliche verlangen und zufrieden sein, wenn ich ihn nur auf einige der allerwichtigsten Dinge aufmerksam mache.

Ein Überblick über die verschiedenen Arten der Bewaffnung der Kiefer zeigt uns vor allem einen großen Unterschied.

Bei den Vögeln und bei den Schildkröten sind die knöchernen Backen bloß mit einer einfachen zusammenhängenden Hornscheide überzogen. Bei allen übrigen Klassen hingegen besteht die Kiefer-Armatur ähnlich wie bei künstlichen Zangen aus mehreren den Backen angelöteten Fortsätzen, den Zähnen, welche bekanntlich aus einem dem Knochen ähnlichen Material bestehen, im übrigen aber, wie ich bereits in der Einleitung betonte, ganz so wie die Hornbildungen nur eigentümlich umgewandelte Teile der die knöchernen Kiefer überziehenden allgemeinen Körperhaut sind. Der bezeichnete Unterschied ist indes kein ganz durchgreifender. Es giebt Zahntiere, ich meine Säuger, Fische u. s. w., welche statt der Zähne Hornplatten besitzen und es lebten andererseits einmal echte Schnabeltiere, ich meine Vöge welche an den Kiefern keine Hornscheiden, sondern Zähne truge

Jedem, der öfter gewaltsame Trennungen von Knoche vorgenommen hat, ist es wohl schon passiert, daß ihm ga unversehens die aus dem besten Stahl bestehenden Blätter d Beinschere oder die Schneiden des angewendeten Meiße

abbrachen. Bedenken wir nun, daß die Zähne vieler Raubtiere fort und fort und oft mit ungeheurer Gewalt an die härtesten Knochen angedrückt werden, und daß an ihnen dennoch so außerordentlich selten ein förmlicher Bruch oder auch nur ein Absplittern bemerkt wird, so muß man, glaube ich, wohl zugeben, daß sie, was Zähigkeit und Haltbarkeit betrifft, die künstlichen Zähne weitaus übertreffen, und werden wir später, wo von den Feil-, Mahl- und Meißelzähnen die Rede sein wird, dieselben noch mehr zu bewundern Gelegenheit haben. Diese Eigenschaft der natürlichen Zähne beruht auf folgendem. Der Umstand, daß sie nicht wie bei den künstlichen Zangen direkt mit der Backe verwachsen, sondern in der Regel bis zu einem gewissen Grade beweglich sind, verhütet zunächst, daß sie an der Wurzel abspringen und schützt zugleich den sie tragenden Kiefer vor allzu starken Erschütterungen. Die Erhaltung des Zahnes selbst aber sowie dessen kolossale Widerstandsfähigkeit hat ihren Grund in einer eigentümlichen, selbst den Kiesel an Härte übertreffenden Substanz, dem sogen. Email oder Schmelz, mit dem der eigentliche und in der Regel hohle beinartige Zahnkörper überzogen ist.

Nach diesen kurzen Andeutungen über die Festigkeit der Zähne wollen wir nun ihre wichtigsten Formen und Gebrauchsarten ins Auge fassen. Wenn der Leser einem toten Raubfisch z. B. einem Hechte das Maul öffnet und die Hand hineinsteckt, so wird er, sobald er sie wieder herausziehen will, die unangenehme Erfahrung machen, daß dies keineswegs eine so leichte Sache ist, denn auch bei der größten Behutsamkeit verfängt sie sich an einem der zahlreichen nach hinten gerichteten Zähne, und man kann sich leicht vorstellen, was in dem Fall geschähe wenn der Hecht seine Kiefer bewegen könnte. Noch instruktiver wird dies Experiment bei einem größeren Haifisch, insofern sich die Zähne desselben, wenn wir einen größeren Gegenstand in das Maul stecken, nach hinten umlegen, denselben aber unwiderruflich festhalten, sobald wir ihn wieder herausziehen wollen.

Diese Versuche lehren uns also, daß die Zähne der Fische im allgemeinen jenen einer Hechel gleichen oder daß es mit einem Worte Fangzähne sind. Stellen wir uns vor, daß, was in Wirklichkeit oft genug sich ereignet, zwei solcher Raubfische eine Beute an den entgegengesetzten Enden anpacken und daran zerren, so kann sich jeder das gräßliche Resultat eines solchen hauptsächlich durch die Fangzähne ermöglichten Wettkampfes selbst ausmalen.

Wenn wir das Maul der Raubfische — und die übergroße Mehrheit der Fische lebt ja vom Raube anderer — mit einer Hechel verglichen, so ist dies auch insoweit zutreffend, als in der Regel nicht nur die Kiefer, sondern alle die Mundhöhle umgebenden Knochen, so insbesondere die Gaumen- und Flügelbeine von Zahnspitzen starren, die aber oft so zart sind, daß der betreffende Überzug, wie z. B. beim Wels, mehr an eine Bürste erinnert. Ein sehr interessantes Verhalten bezüglich der Anordnung der eigentlichen Kieferzähne, das ich im Vorbeigehen erwähnen möchte, zeigt u. a. eine exotische Gattung, der sogen. Raspelhäring. Bei diesem sind nämlich die kleinen Zähne am Rand der Oberbacken derart in zwei Zeilen angeordnet, daß zwischen ihnen eine Rinne bleibt, in welche der mit nur einer Zahnreihe versehene Unterkiefer wie die Klinge in die Scheide eines Taschenmessers hineinpaßt. —

Außer den schlanken und oft wie namentlich bei den Haien mit einer nadelscharfen Spitze versehenen Fang- oder Hechelzähnen haben aber manche Fische, auch noch solche mit breiten an die Kau- oder Mahlzähne der Säuger erinnernden Kronen. Diese stehen aber gewöhnlich nicht auf den eigentlichen Kiefern, sondern ganz hinten am Eingang in den Schlund und zwar auf den hintersten Kiemenbogen, die man ihrer Gestalt und ihres Gebrauches halber als Schlundkiefer bezeichne Dieser ausschließlich auf die Fische beschränkte merkwürdig Apparat kann, glaube ich, nicht unpassend mit einer Flascher verkorkungsmaschine verglichen werden. Sowie nämlich letztere de

Propf derart zusammenpreßt, daß er in den Hals hineingeht, so haben wir es auch an den Schlundkiefern mit einer Vorrichtung zu thun, welche die zwischen ihnen befindlichen harten Nahrungsgegenstände mit ungeheurer Gewalt so lange drücken und pressen, bis sie das Schlundrohr bequem passieren können.

Im Allgemeinen ein ähnliches Zahnwerk wie es die Fische haben, findet man dann auch bei den Lurchen und bei den Reptilien, welche die meist aus lebenden Tieren bestehenden Beuteobjekte gleichfalls unzerstückelt und ungekaut hinunterschlingen. Im einzelnen kommen aber je nach der Lebensweise große Differenzen vor. So haben die meisten Lurchen, die sich wie z. B. der Frosch und die Kröte nur von relativ kleinen und wenig Widerstand erfordernden Tieren, nämlich von Insekten, Würmern und dergl. nähren, so unscheinbare Zahnstifte, daß man sie gar nicht sieht, sondern nur durch das Gefühl wahrnimmt, während gewisse auf größere Wirbeltiere Jagd machende Reptilien, so insbesondere die Panzereidechsen oder Krokodile an ihren langen Kiefern einen ganzen Rechen von Fangzähnen tragen, die an Größe, Schärfe und Festigkeit ganz wohl mit den so vernichtend wirkenden Eckzähnen der größten Raubsäuger wetteifern können. Einige das Reptiliengebiß betreffende Punkte verdienen noch einer besondern Erwähnung. Zunächst die Befestigungsweise der Zähne. Wie nachstehend (Fig. 46) abgebildeter Unterkiefer des Leguan zeigt, sind die Zähne der Reptilien in der Regel ähnlich wie bei den Fischen einfach an den Kieferknochen angelehnt und zwar in unserem Falle an der rinnenartig ausgehöhlten Innenseite, weshalb man die betreffenden Tiere auch Seiten-Zähner (Pleurodonten) nennt. Speziell bei den Krokodilen aber stecken sie ganz so wie die Zähne der Säuger, in besonderen oft sehr tiefen Löchern oder Alveolen des Kieferknochens, was ihnen begreiflicherweise einen weit höhern Grad von Festigkeit verleiht.

Ganz besonders interessant sind dann u. a. noch die beweglichen Giftzähne der Schlangen, die bekanntlich behufs Über-

tragung der giftigen Flüssigkeit entweder einen feinen Kanal oder eine oberflächliche Rinne haben.

Nicht vergessen seien zum Schluß die sogenannten Eizähne gewisser Reptilien z. B. der Eidechse: große lanzenförmige Spitzen, die zum Anbohren und Sprengen der Eischale dienen und dann bald verloren gehen.

Der Leser hat gewiß schon von sogenannten Universalwerkzeugen d. i. von solchen künstlichen Instrumenten gehört, welche zu sehr verschiedenen mechanischen Arbeiten gebraucht werden können, indem z. B., wie dies bei gewissen Taschenmessern der

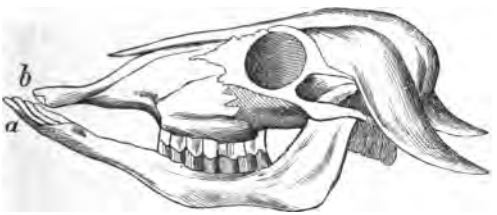
Fig. 46.

Unterkiefer eines Leguan (große amerik. Baumeidechse). Neben den größeren Zähnen mit kammförmig ausgezackten Enden sieht man noch kleinere „Ersatzzähne".

Fall ist, mit einem bestimmten Hauptwerkzeug, hier dem Messer, noch manche andere Dinge, wie eine Feile, eine Schere, ein Stocher, ein Meißel u. dergl. verbunden sind. Ein solches Universalinstrument, aber von ungleich praktischerer und dabei doch viel einfacherer Konstruktion, als irgend ein künstliches Fabrikat dieser Art, ist nun das typische Gebiß der höhern Säugetiere, ja wir dürfen wohl sagen es sei dies das Idea einer solchen Werkzeugkombination. Man betrachte beispielsweis nur den Zahnapparat eines höhern Affen, z. B. des Gorille Seine weit vorstehenden kegelförmigen Eckzähne ersetzen ihr jede andere Vorrichtung um einen einmal damit erfaßten Gegen stand festzuhalten und sind zugleich stärkere Waffen, wie irger

ein Dolch oder Schwert, mit dem wir ihm zu Leibe gehen. Dann blicke man auf seine meißelartigen Vorderzähne. Diese leisten ihm, wenn er eine größere Frucht stückweise essen, oder einen zähen Ast zerteilen will, ebenso gute Dienste als ein Messer oder ein anderes Schneideinstrument. Endlich was für prächtige Instrumente sind seine breitkronigen massiven Back- oder Kauzähne! Mit ihrer Hilfe bricht er die Schalen von Früchten und andere harte Gegenstände entzwei, zu deren Zerkleinerung unsere stärksten Nußknacker, unsere härtesten Feilen und Raspelwerkzeuge nicht ausreichen würden. Was aber am Ganzen das

Fig. 47.



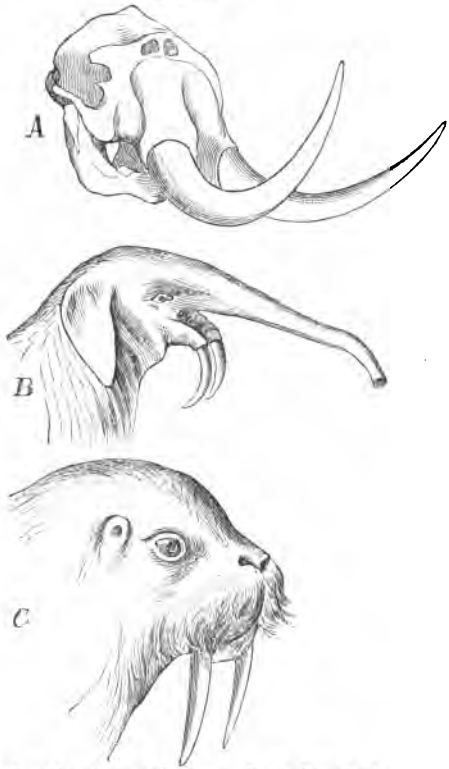
Schädel eines Büffels (bos bubalus) nach Giebel. a stark nach vorn gerichtete Schneidezähne des Unterkiefers. Der Zwischenkiefer (b) ist ganz zahnlos.

trefflichste, alle die genannten Werkzeuge befinden sich innerhalb des Rahmens einer einzigen mit hufeisenförmigen Backen versehenen Beißzange.

Nun wollen wir uns aber einige besonders interessante und auffallende Einzelheiten der Säugerzähne etwas näher ansehen. Um mit den Vorderzähnen zu beginnen, so zeigt uns zunächst vorstehende Figur, daß bisweilen nur der Unterkiefer solche hat, während die oberen Schneide- und desgleichen die Eckzähne hier ganz fehlen. Ganz ebenso verhält es sich bei einem der riesigsten ausgestorbenen Tiere, dem Dinotherium (Fig. 48 B). Hier dienen aber die unteren Vorderzähne nicht, wie beim Büffel, zum Abrupfen des Grases, sondern wahrscheinlich in analoger Weise,

wie die ähnlich gestalteten ellenlangen Eckzähne des Wallrosses (Fig. C) als Haken beim Ersteigen steiler Uferränder und höchst wahrscheinlich — beim Wallroß ist dies sicher — als furchtbare Waffen beim Kampfe mit ihresgleiches. Die Nebeneinander-

Fig. 48.



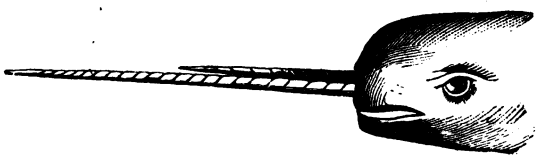
A Schädel von Mastodon giganteum nach Owen. B von Dinotherium giganteum. C vom Walroß (Trichechus Rosmarus).

stellung der zwei zuletzt bezeichneten Riesenwerkzeuge giebt uns zugleich ein schönes Beispiel, daß bis zu einem gewissen Grade alle Zahnarten einer gleichen Entwickelung fähig sind. Das Gegenstück zu den Kolossalhauern des Dinotheriums bilden die

nicht minder monströsen Stoßzähne der lebenden und der ausgestorbenen Elefanten z. B. des Mastodon (Fig. A), sowie jene des Narwal (Fig. 49), insofern dieselben hier nicht vom Unter- sondern vom Oberkiefer ausgehen. Das letztgenannte Fischsäugetier ist übrigens auch noch dadurch interessant, daß es, während die nächstverwandten Delphine einen ganzen Rechen von Fangzähnen haben, außer seinem gedrehten Stoßzahn (der zweite kommt oft gar nicht zur Entwickelung), gar keine weiteren Zähne hat, also den Namen Einzahn (Monodon) nicht mit Unrecht führt.

So sehr sich aber auch in einer Skelettsammlung die genannten Riesenvorderzähne, denen sich beispielsweise noch jene des Nilpferdes anschließen, die Blicke der Menge auf sich ziehen, so verdienen doch gewisse, dem äußeren Anschein nach wenig be-

Fig. 49.



Die Stoßzähne des Narwal (Monodon monoceros).

merkenswerte Bildungen, nämlich die Meißelzähne der Nagetiere (Fig. 50 u. 52 a) ein weit größeres Interesse. Diese Zähne zeichnen sich vor den analogen künstlichen Werkzeugen besonders durch zwei Eigenschaften aus. Erstens bleibt nämlich ihre Schneide, mag das betreffende Tier auch im Holz- oder Mauerwerk tausende von Löchern damit ausstemmen oder wie dies der Biber thut, ebenso viele Bäume fällen, immer gleich scharf, und zwar einfach deshalb, weil diese Zähne dem Kloben, eines Hobels ähnlich, ausschließlich nur vorn mit einer Schmelzplatte belegt sind, während ihre hintere Beinschicht durch den Gebrauch selbst und durch die Berührung mit den Gegenzähnen sich beständig abnutzt. Noch bewundernswerter ist aber die zweite Eigenschaft,

daß nämlich der überaus langwurzelige Zahn genau in dem Maße nachwächst — man könnte sagen, wie durch eine Stellschraube vorgeschoben wird — als sich sein freies Ende abschleift.

Fig. 50.

Schädel der ägyptischen Hyänmaus (Dipus aegyptieus). a Vorder- oder Nagezähne. Die Punktlinien deuten die langen Wurzeln dieser Zähne an.

Fig. 52.

Nagezähne des Murmeltieres (Arctomys marmota). Bei A sind die unteren Nagezähne mit den Spitzen aneinander gelegt, bei B auseinander gespreizt. Diese u. a. für das Aufbrechen harter Früchte wichtige Beweglichkeit der unteren Nagezähne resp. der beiden Kieferhälften beruht auf einem Mechanismus, der dem [illegible] bekannten „Handschuherweiterer" nicht unähnlich [illegible].
(Nach Prof. Ritzke.)

Fig 51.

Die vorderen Nagezähnen eines Bibers mit einer Messerklinge gemachten Furchen. (Original.)

Um dem Leser einen deutlichen Begriff davon zu geben, wie die [illegible] eigentlich die mit diesen merkwürdigen Instrumenten gemachten Arbeiten aussehen, habe ich die Oberzähne eines jungen Bibers

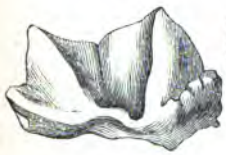
über eine in vorstehender Figur 51 abgebildete Wachsplatte gezogen. Die dadurch gebildeten Eindrücke erinnern ganz und gar an die Furchen, welche ein Kehlhobel aufreißt; nur macht ein Nagetier nicht nur zwei, sondern gleich vier solche Kehlen auf einmal. Wir haben es also thatsächlich mit einer Hobelmaschine zu thun.

Relativ das wenigste ist über die zweite Gattung der Säugerzähne, nämlich über die Eckzähne, zu sagen, da diese im allgemeinen den uns schon bekannten Fangzähnen der niederen Wirbeltiere gleichen, und will ich den Leser in Kürze nur auf zwei Besonderheiten aufmerksam machen. Die eine betrifft die Eckzähne der reißenden Tiere, die oft, wie etwa beim Löwen oder Tiger, eine wahrhaft vernichtende Wirkung äußern. Man vergegenwärtige sich nur das eine, daß diese schauerlichen Haken mit Leichtigkeit durch Knochen hindurchdringen, in welche man kaum mit Hilfe eines schweren Schlägels einen gut gestählten Eisenkeil hineintreiben kann. Eine zweite Merkwürdigkeit sind dann u. a. die weit aus dem Maul hervorragenden „Hauer" des Ebers und gewisser verwandter Schweinearten. Was diese „Gewehre" besonders auszeichnet ist der Umstand, daß der obere Eckzahn nicht wie bei den Raubtieren gerade nach unten gerichtet ist und in die hinter dem unteren Eckzahn befindliche Lücke einschlägt, sondern vom Grunde an derart sich nach oben umbiegt, daß er auf die seitwärts gekrümmten unteren Hauer zu liegen kommt und mit diesen zusammen gewissermaßen einen Doppelzahn bildet. Dieses eigentümliche Instrument ist aber für die besondere Lebensart dieser Tiere nämlich zum Aufwühlen großer Löcher und zum Brechen der Wurzeln wie geschaffen. Zugleich ist es aber auch eine der furchtbarsten Waffen, indem es, wenn das Schwein einen Feind von unten anrennt und dann den Kopf in die Höhe wirft, ungeheure bis an die Knochen gehende Schrammen aufreißt.

Das eigenartige Gepräge des Säugergebisses liegt aber weder in den Vorder- noch in den Eckzähnen, sondern in den hinteren oder den Backzähnen, insofern ja gerade diese vor-

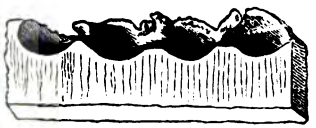
zugsweise und oft ausschließlich zur Zerstückelung oder Zerkleinerung der Nahrung dienen. Die Art und Weise dieser Zerkleinerung ist aber wie schon die große Verschiedenheit in der Natur der Nahrungsmittel erwarten läßt, eine sehr mannigfaltige, und bieten demnach auch die betreffenden Zähne sehr verschiedene Formen und Zustände dar. Indessen lassen sich dieselben doch, wenn wir von gewissen Übergängen absehen, auf zwei Haupttypen zurückführen, indem die einen vorwiegend zum Zerschneiden, die anderen dagegen zum Zerdrücken und Zerreiben dienen.

Fig. 53.



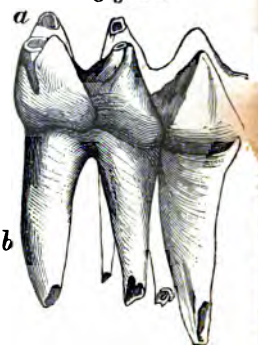
Unterer Fleischzahn einer gefleckten Hyäne (Hyaena crocuta.)

Fig. 54.



Eine von den scherenartigen Backzähnen des Seehundes durchgebissene Wachsplatte. (Original.)

Fig. 55.



Nur an den Spitzen (a) der Kronenzacken abgeschliffener Mahlzahn von Mastodon giganteum. b lange hohle Wurzeln des Zahnes. (Nach Giebel.)

Was zunächst die schneidenden Back- oder Hinterzähne betrifft, die man fast ausschließlich nur bei Raubtieren antrifft, so haben dieselben entweder wie bei den Hunden, den Katzen, den Mardern und Flossenfüßlern nur eine einzige längslaufende aber meist (vergl. Fig. 53) ausgezackte Schneide oder aber, wie z. B. beim Maulwurf und Igel und überhaupt bei den sogen. insektenfressender Raubtieren, zwei oder mehrere solcher, die dann mehr schief gestellt sind und der betreffenden vielspitzigen Zahnreihe das Aussehen einer doppelt gezahnten Säge oder noch besser einer Fleischschneidemaschine geben. Welche Wirkung aber solche Zähn

hervorbringen, wird der Leser am besten erkennen, wenn er einem solchen Tier eine Wachsplatte zwischen die Kiefer steckt und dieselben aneinander preßt. Fig. 54 giebt die Abbildung einer vermittelst der Backzähne des Seehundes durchschnittenen Platte und sei nur noch beigefügt, daß die Ober- und Unterzähne wie die Blätter einer Schere übereinandergreifen.

Besonders interessante aber in kurzem schwer zu schildernde Verhältnisse bieten die Kau- oder Mahlzähne dar, von denen man abermals zwei Hauptgattungen zu unterscheiden hat. Während nämlich bei den einen — und zum Muster können wir unsere eigenen sogen. Stockzähne nehmen — die breiten ebenen oder wie z. B. beim Schwein mehr höckerigen Kauflächen mit einer zusammenhängenden Schmelzlage überzogen sind, bildet diese für die Leistungsfähigkeit der in Rede stehenden Werkzeuge so wichtige Substanz bei der anderen Gattung nur ein System von Leisten sogen. Falten, zwischen welche das weichere Grundmaterial, nämlich das Zahnbein, frei zu tage tritt. Indem wir die Höckerzähne ganz beiseite lassen, will ich nur in Kürze zeigen, wie man sich die Bildung der schmelzfaltigen Zähne vorzustellen hat.

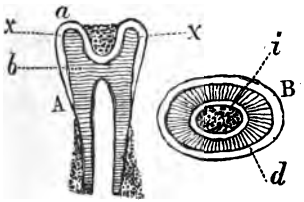
Fig. 55 zeigt uns in sehr verkleinertem Maßstab einen noch wenig abgeschliffenen vielwurzeligen Backzahn eines ausgestorbenen Säugers, nämlich des Mastodon. Wie man sieht, trägt der freistehende Oberteil mehrere zitzenartige Höcker und begreift man hier auch ganz gut, warum man denselben als Zahnkrone bezeichnet. Alle diese Erhebungen oder Zacken, die wie sich wohl von selbst versteht, in entsprechende Vertiefungen des Gegenzahnes eingreifen, sind, sowie auch die dazwischenliegenden Thäler von einer einfachen Schmelzlage überkleidet und der Zahn hat also ursprünglich ganz die Beschaffenheit eines gewöhnlichen Höckerzahnes. Der Unterschied ist nur der, daß die Emaillage auf den Gipfeln der Zahnjoche leicht abgeschliffen wird und daß sie dann, wie auf den linksstehenden Zacken, an der Schlifffläche als ein in sich geschlossener Ring erscheint.

Eine derartige Abschleifung erfolgt aber nicht allein an den Back-, sondern bei manchen Tieren auch an den Vorderzähnen und dürfte ja allen Lesern bekannt sein, daß u. a. beim Pferd, der Grad der Abschleifung einen guten Maßstab zur Beurteilung des Alters an die Hand giebt. Besehen wir uns einen solchen Pferde-Vorderzahn genauer, so zeigt die Schlifffläche (Fig. 56 B) außer dem äußeren Schmelzring noch einen zweiten inneren, dessen Zustandekommen der Leser leicht begreifen wird, wenn er erfährt, daß sich die Schmelzlage, wie Fig. B zeigt, am unabgeschliffenen Zahn von der Oberfläche faltenartig nach innen einschlägt, und daß Fig. A einem Durchschnitt in der Punktlinie A entspricht. Wie man auch wieder sehr schön gerade beim Pferd sehen kann, bilden die ihrer mechanischen Bedeutung nach offenbar den Rillen einer Feile vergleichbaren Schmelzfalten an den Backzähnen weit kompliziertere, oft den unregelmäßigen Windungen eines Darmes ähnliche Figuren oder es ist mit anderen Worten die Zahl der auf einem solchen mühlsteinartigen Zahnstock befindlichen Reibleisten eine größere. — Sehr interessant ist u. a. die Beziehung, welche bei gewissen Tieren zwischen der Verlaufsrichtung der Schmelzfalten und der vorherrschenden Richtung der Kieferbewegung stattfindet. So erstrecken sich die Schmelzfalten der Wiederkäuer, wie uns Fig. 57 lehrt, nach der Länge der Kiefer und zwar offenbar darum, weil letztere beim Kauen sich seitlich, d. i. also senkrecht auf die Reibleisten bewegen. Gerade umgekehrt verhält es sich dagegen bei den Nagetieren, z. B. beim Biber (Fig. 58), wo die Rillen der Feilzähne, entsprechend der Schlittenbewegung der Kiefer, zu letzteren quergestellt sind.

* * *

Jedem Leſer dürfte es ſchon aufgefallen ſein, daß, wenn ſich ein Säugetier gewiſſe zudringliche Gäſte, wie z. B. Fliegen vom Leibe halten, oder die in ſeinem Fell verborgenen Schmarotzer entfernen will, dies in der Regel auf ſehr umſtändliche und unbeholfene Art geſchieht. So ſchlägt beiſpielsweiſe das Pferd, um die am Bauche befindlichen Bremſen zu entfernen, bisweilen mit den Hufen der Hinterfüße nach denſelben und wird

Fig. 56.



A Schematiſcher Längsſchnitt durch den Vorderzahn eines Pferdes. b Zahnbein. a Schmelzkappe. c Zahnkitt (lement). B Durchſchnitt in der Höhe xx. d äußerer Schmelz-, i innerer Schmelzring.

Fig. 57. u. 58.

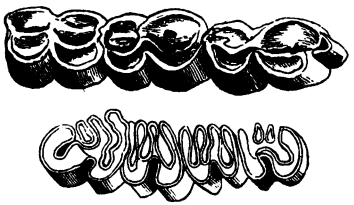
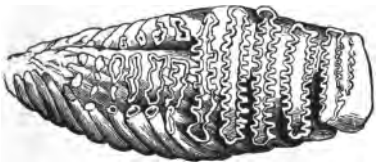


Fig. 57. Untere Reihe der ſichelfaltigen Backzähne der Giraffe.
Fig. 58. Untere Reihe der Backzähne vom Biber mit querlaufenden Schmelzfalten. (Nach Giebel.)

Fig. 59.



Unterer (aus zahlreichen ungleich ſtark abgeſchliffenen Platten zuſammengeſetzter) Mahlzahn eines foſſilen Elefanten (Elephas primigenius). (Nach Giebel.)

man zugeben, daß letztere Werkzeuge für den erwähten Zweck eben nicht die paſſendſten ſind. Bekannt iſt ferner die Art und Weiſe wie der Hund ſich der Flöhe am Rücken, wohin er mit den fegenden Hinterbeinen nicht gut gelangen kann, zu erwehren ſucht, indem er mit ſeiner Kieferzange das juckende Fell durchkratzt. Stellen wir uns nun einmal vor, daß ein Vogel ſeine zum Teil mit langen und dicht übereinander liegenden Federn bedeckte Haut in gleicher Abſicht und mit einem ähnlichen Inſtrument

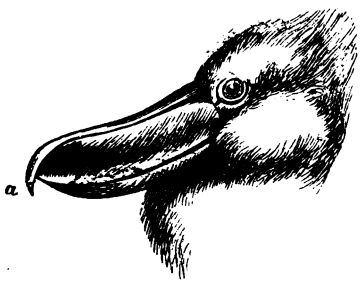
wie das mit großen Zähnen besetzte Kieferwerk des Hundes eines ist, durcharbeiten würde, so wird jedem einleuchten, daß dabei, ganz abgesehen von der völligen Resultatlosigkeit eines solchen Säuberungsverfahrens, die Federn und insbesondere jene der Flügel bald total ruiniert sein würden.

Vorstehende Betrachtung soll dem Leser aber zur Einsicht führen, daß die ganz eigentümliche Gestalt der Vogelkieferzange, mit der wir uns nun etwas näher beschäftigen wollen, zunächst mit einer anderen Eigentümlichkeit im Bau dieser Tiere, nämlich eben mit der früher erwähnten Beschaffenheit ihrer Haut in inniger Beziehung steht. Und in der That können wir uns für den angedeuteten Doppelzweck der Hautreinigung und der Federglättung kein besseres Werkzeug denken, als es eben der Vogelschnabel in seiner typischen Gestalt darstellt. Ein gutes Beispiel zum Beweise dafür, daß speziell die pinzettenartige Zuspitzung des Vogelschnabels der angedeuteten Bestimmung angepaßt ist, bietet uns u. a. der Pelikan dar. Der merkwürdige, mit einem weiten Kehlsack versehene Unterschnabel dieses Vogels ist bekanntlich ein Schöpfwerkzeug oder Netz, um mit einem einzigen Hub oder Zug vieler Fische habhaft zu werden, und sind ferner die starken und scharfen Seitenleisten des Unter- und Oberschnabels sehr dazu geeignet aus dem verhängnisvollen Sack herausspringende Fische zu zerdrücken und zu zerschneiden. Mit Rücksicht auf diese Gebrauchsweise muß man nun fragen, wozu denn eigentlich die Hornspitze oder der Zahn ist, welcher am vorderen Ende des Ober- und Unterschnabels angesetzt ist, denn man sieht den Pelikan niemals mit diesem Endteil des Schnabels eine Beute fangen. Die Antwort darauf ist aber einfach die, daß dieser Ansatzschnabel, wie man leicht beobachten kann, zur Reinigung des Gefieders dient, und findet man auch bei anderen Großschnäbeln im weiteren Sinne dieses Wortes, z. B. bei dem aus nachstehender Figur ersichtlichen Schnabel von Balaeniceps einen analogen Endgriffel.

Die starke Zuspitzung des Vogelschnabels gewährt aber auch

noch viele andere Vorteile. Am Augenfälligsten zeigt sich dies wohl beim Specht, dessen Schnabel bekanntlich zum Ausmeißeln großer Löcher in den Waldbäumen dient. Nicht minder bedeutungsvoll erweist sich die hier auf den Oberschnabel beschränkte Zuspitzung bei den Raubvögeln. Indem dieser Teil, ähnlich wie beim Papagei (Fig. 61), hakenförmig über den kürzeren Unterschnabel herabgebogen und ferner an den Rändern mit messerscharfen Schneiden versehen ist, wird derselbe zugleich zu einer der fürchterlichsten Waffen, die man sich denken kann.

Fig. 60.



Schuhschnabel (Balaeniceps rex) aus Afrika. Man beachte die vorn angesetzte Spitze a. (Nach Brehm.)

Fig. 61.

Araracakade (Microglossus aterrimus). Die Punktlinie deutet die Stellung des gehobenen Oberschnabels an. Der Unterschnabel ist sehr kurz.

Doch wir dürfen uns nicht mehr weiter in eine Detailschilderung der diversen Nutzanwendungen der Schnabelspitze einlassen und wollen den Leser in dieser Beziehung nur noch daran erinnern, daß diese Einrichtung dem Schnabel u. a. auch die Fähigkeit verleiht, in die engsten Ritzen und Spalten einzudringen, sowie die allerfeinsten Niststoffe mit Leichtigkeit aufzulesen und zurecht zu legen.

Wenn ich den Vogelschnabel oben mit einer Pinzette verglichen habe, so darf man darüber nicht vergessen, daß dieses bewundernswerte Instrument, so einfach und gleichförmig auch seine allgemeine Konstruktion ist, im einzelnen dennoch so vielerlei

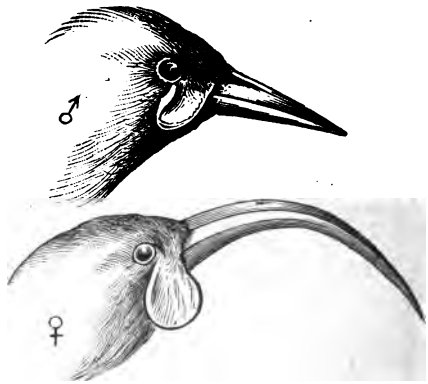
und zum Teil so absonderliche Gestaltungen aufweist, daß es uns faktisch schwer gelingen würde, noch irgend eine neue, noch nicht realisierte Form uns vorzustellen und dürfte selbst ein Chirurg, der es doch mit einer großen Menge der verschiedenartigsten und wunderlichsten Zangenarten zu thun hat, von manchen Formen des Vogelschnabels nicht wenig überrascht werden.

Im folgenden will ich den Leser in Kürze mit einigen der allerwichtigsten Modifikationen dieses Werkzeuges bekannt machen.

Fig. 62.

Schwanzmeise (Acredula.)

Fig. 63 u. 64.



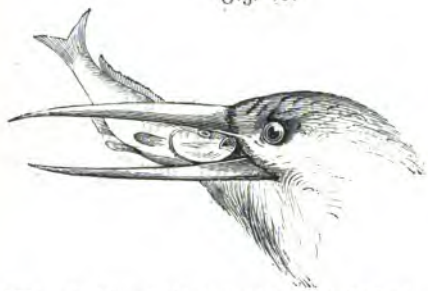
Hopflappenvogel (Heteralocha acutirostris) aus Neuseeland. 63 Männchen. 64 Weibchen. (Nach Brehm.)

Das kleinste und niedlichste Zängelchen, mit dem ein Vogel bewaffnet ist, ist wohl das der Meisen (Fig. 62); trotz seiner Unansehnlichkeit entspricht aber dieses Instrument doch vollkommen seiner Bestimmung, die darin besteht, daß die Meise mit demselben kleine Kerbtiere aller Art sowie, was namentlich für die Vertilgung der schädlichen Waldinsekten von größter Wichtigkeit ist, die oft äußerst winzigen und versteckten Eier dieser solchen aufpickt. Mit welcher Geschicklichkeit und Behendigkeit dies aber geschieht, mag schon daraus erhellen, daß nach der Meinung Brehms eine Meise während ihres Lebens täglich an tausend Kerbtiere vertilgt. —

Die zum Aufsuchen und Auflesen von Insekten bestimmten Schnäbel sind aber in der Regel, zumal bei größeren Vögeln, die nicht wie die Meisen mit ihrem ganzen Körper in alle Schlupfwinkel eindringen können, sondenartig in die Länge gezogen. Solche Schnäbel haben z. B. die Nachtigallen, die Drosseln, die Rohrsänger und wie diese unermüdlichen und nicht genug zu schätzenden Kerfsammler alle heißen. Zu einer geradezu enormen Länge strecken sich diese Sondierungswerkzeuge bei den Schnepfen und Brachvögeln aus und macht der Umstand, daß dieselben an dem mit einem äußerst feinen Tastapparat ausgestatteten Ende etwas angeschwollen sind, den Vergleich mit gewissen chirurgischen Sondierungsinstrumenten, nämlich mit den sogen. Knopfbistouris noch deutlicher. Den Wert dieser an ausgestopften Schnepfen höchst komisch aussehenden Schnäbel versteht man aber erst zu schätzen, wenn man Gelegenheit hat, die Tiere auf ihren natürlichen Standplätzen im Waldgebüsch zu beobachten und zu sehen, wie außerordentlich geschickt und rasch sie mit denselben, um diverser im Waldboden befindlicher Kerbtiere und Würmchen habhaft zu werden, das Laubwerk und den Mulm durchstöbern. Weitere Beispiele von solchen langen Sondenschnäbeln bieten uns noch der Baumläufer, der Schnepfenstrauß, der Kampfläufer u. a. m. dar. An dieser Stelle will ich auch gleich eines wenig bekannten Verhältnisses gedenken, das, so darf ich wohl voraussetzen, den Leser in hohem Grade interessieren wird. Es betrifft den Hopflappenvogel oder „Huia“ von Neuseeland. Diese zur Familie der Raben gehörigen Vögel zeichnen sich vor allen anderen gefiederten Wesen dadurch aus, daß Männchen und Weibchen verschiedene, aber, wenn ich mich so (isdrücken darf, sich gegenseitig ergänzende Schnäbel haben. ; ie Sache ist folgende. Der gerade und mäßig lange Schnabel l s Männchens (Fig. 63) gleicht im wesentlichen dem der (pechte und dient auch wie jener vor allem dazu, im morschen ; olze Löcher aufzuhacken und so den Zugang zu den tief im (‘amm hausenden Insekten zu eröffnen. Der weibliche Schnabel

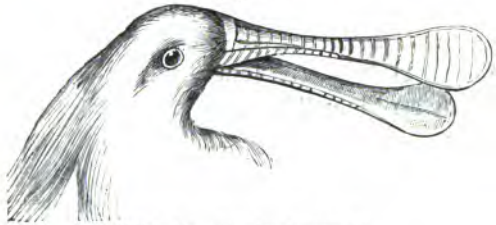
ist dagegen, wie man sieht, viel länger und schlanker wie der männliche und außerdem noch stark gebogen. Nach Buller soll nun dieser lange weibliche Sondenschnabel dem männlichen insoweit zu Hilfe kommen, daß er in größere Tiefen wie der letztere gelangt und also noch Insekten erreicht, für die der männliche zu

Fig. 65.



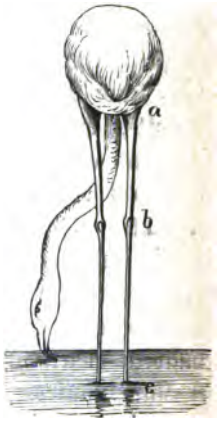
Eisvogel (Alada ispida). (Nach Brehm.)

Fig. 66.



Löffelreiher (Platalea leucorodia).

Fig. 67.



Flamingo (Phönicopterus rosens). (Nach Brehm.)

kurz ist. Eine andere Frage ist es, ob sich auch die weitere Mitteilung des genannten Reisenden bestätigen wird, daß nämlich das Weibchen von dem Überschuß an Beute, den es vermöge seiner glücklichen Schnabeleinrichtung gewinnt, auch dem Männchen, dem es doch schließlich alles zu verdanken hat, etwas abläßt. — Die in Rede stehenden Lang- oder Pfriemenschnäbel dienen aber nicht allein zum Sondieren des Bodens beziehungsweise zur Gewinnung von tierischer Nahrung, bisweilen ist ihre Bestimmung,

wenn ich so sagen darf, eine ästhetischere, indem sie, wie z. B. bei den Kolibris Senkröhren sind, um aus den tiefen Kelchen der Blumen den Nektar herauszuholen.

Wenn der Anatom, ohne sich die Hände beschmutzen zu wollen, aus einem tiefen Gefäß ein Präparat herauszuziehen hat, so bedient er sich einer langen scherenartigen Greifzange, die begreiflicherweise, um den nötigen Halt zu gewähren, starke Backen haben muß. Ganz demselben Prinzip entsprechen nun die überaus langen, geraden und starken Schnäbel gewisser Wasservögel, wie z. B. die der Eisvögel, der Reiher, der Rallen, des Kranichs, des Storchs u. s. w. Auch sie dienen nämlich dazu, in größere Tiefen vorzudringen und damit, wie dies Fig. 65 veranschaulichen soll, größere Beuteobjekte, wie Fische, Lurche u. dgl. mit Sicherheit zu fassen. Die Fischerei-Instrumente der Vögel sind aber außerordentlich mannigfaltiger Art und will ich den Leser auf einige dieser Einrichtungen noch besonders aufmerksam machen. Zwei derselben, nämlich die des Pelekans und des Schuhschnabels, wurden bereits früher erwähnt. Eine weitere höchst merkwürdige Form ist die des Löffelreihers (Fig. 66), dessen Schnabel übrigens mehr an eine Klappe als an einen Löffel erinnert. Letztere Gestalt besitzt dagegen der Flamingoschnabel (Fig. 67), der namentlich noch dadurch interessant ist, daß die obere Hälfte in der aus der Figur ersichtlichen Weise zum Schöpfen verwendet wird, indes der Unterschnabel gewissermaßen nur den Deckel zu dieser Kanne darstellt. Eins der sinnreichsten Fischereiwerkzeuge ist wohl der bekanntlich vorwiegend zum Grundeln dienende Entenschnabel. Mit Rücksicht darauf, daß die seitlichen Schnabelränder mit Zähnen, Rillen oder steifen Borsten besetzt sind, zwischen welchen, wenn der Schnabel geschlossen ist, das aufgenommene Wasser abläuft, während die erbeuteten Schlammtiere zurückbleiben, darf man diese Form geradezu als Siebschnabel bezeichnen. Bei dieser Gelegenheit sei noch daran erinnert, daß wir in dem mit vertikal

vom Oberkiefer herabhängenden Hornplatten versehenen Riesenmaul der Wale eine ganz analoge Anpassung besitzen.

Ein ganz eigentümliches zum Aufstöbern von kleinen in pflanzenreichen Watten lebenden Wassertieren bestimmtes Instrument ist schließlich noch der Schnabel des Säblers (Fig. 68), sogenannt, weil er mit dem merkwürdigerweise aufwärts gekrümmten Schnabel seitlich hin- und herfegt.

Alle die bisher erwähnten Schnäbel dienen hauptsächlich zum Erfassen oder Fangen kleinerer und größerer Tiere, die wie bei den niederen Wirbeltieren meist ganz verschlungen werden, und insofern können wir die betreffenden Schnäbel auch als Greif- oder Fangschnäbel bezeichnen. Es giebt aber auch solche, die mehr die Bestimmung der Kauwerkzeuge bei den Säugern haben, indem sie dazu verwendet werden, härtere Gegenstände, seien dies nun Nüsse, Körner und andere spröde Pflanzenprodukte oder auch hartschalige Tiere, wie Muscheln, Krabben u. dgl. zu zerquetschen. Solche Quetschschnäbel haben u. a. die körnerfressenden Singvögel, wie z. B. der Gimpel und jeder weiß, daß sich dieselben ihrer Aufgabe entsprechend durch relativ geringe Länge aber bedeutende Dicke auszeichnen, und das Gleiche gilt von den zum Teil sehr sonderbar gestalteten und noch sonderbarer gezeichneten Schnäbeln gewißer Alken und anderer von harter animalischer Kost lebenden Quetschschnäblern. Die allerauffallendsten Werkzeuge dieser Art sind aber unstreitig die Riesenschnäbel der Pfefferfresser, die der Leser gewiß schon in irgend einer größeren Sammlung bewundert hat. Wenn aber auch die in Rede stehenden Zangen dazu geeignet sind, härtere Objekte zu zermalmen, so bedarf es doch auch hier noch einer besonderen innerlich gelegenen Zerkleinerungsmaschine, die bekanntlich, ähnlich wie bei vielen wirbellosen Tieren im Magen sich befindet und bei de

Fig. 68.

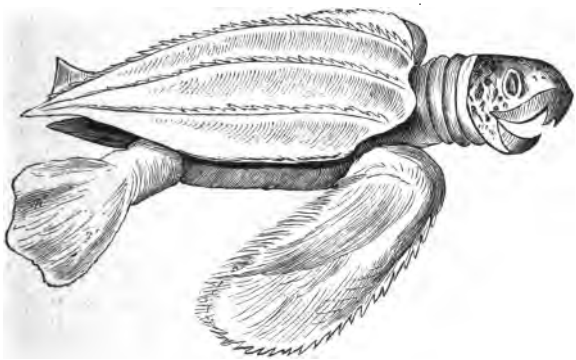
Säbelschnäbler. (Nach Brehm.)

Vögeln aus zwei derben durch dicke Muskelschichten bewegten Reibeplatten besteht.

Zum Schluß erinnere ich noch an das zahnschlüsselartige Instrument des Kreuzschnabels und dann an den Schnabel des Papagei. Letzterer verdient besonders deshalb unsere Bewunderung, weil er gleichzeitig als Nußknacker und als Kletterorgan fungiert.

Wenn man erwägt, daß das eigentümliche auf der Verlängerung und Zuspitzung der beiden Kiefer beruhende Werkzeug, das man als

Fig. 69.



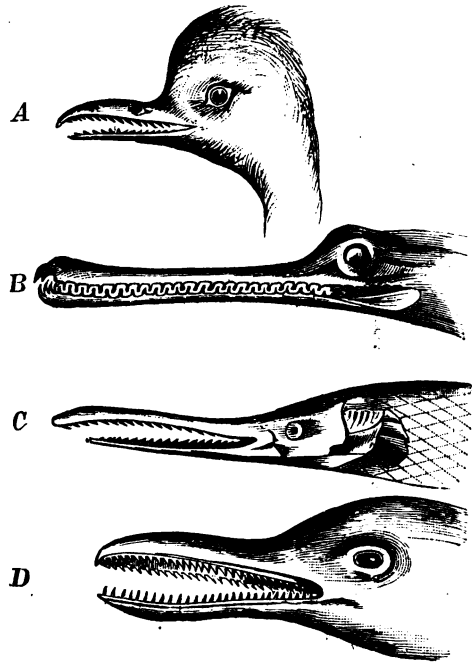
Lederschildkröte (Dermatochelys coriacea) aus dem indischen und atlantischen Ozean. (Nach Brehm.)

Schnabel bezeichnet, offenbar nicht nur ein ungemein zweckmäßiges Fang-Instrument, sondern auch eine ausgezeichnete Waffe ist, so müßte man sich wohl verwundern, wenn diese Anpassung nur auf die Vögel beschränkt wäre und nicht, gelegentlich wenigstens, auch bei anderen Wirbeltieren wiederkehrte. In der That besitzen aber auch die Vögel nicht das ausschließliche Privilegium eines Schnabels, sondern es erfreuen sich auch manche Säuger, Reptilien und Fische eines solchen, und will ich dem Leser zum Schluß dieses Kapitels einige dieser Vorrichtungen vor Augen führen.

Einen Schnabel besitzen vor allem sämtliche Schildkröten

und gleicht derselbe dem der Vögel auch darin, daß die Kiefer (Fig. 69) mit einer Hornscheide überzogen sind, welche mitunter ganz so, wie bei den gefiederten Schnabeltieren, verschiedene zahn- und hakenartige Vorsprünge bildet. Sieht man indessen von der Hornbekleidung der Kiefer ab und legt das Hauptgewicht

Fig. 70.

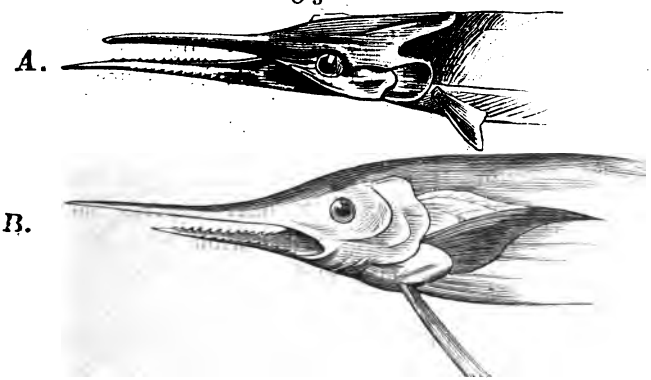


Beispiele ähnlicher (convergenter) Schnabelbildung und Bezahnung bei verschiedenen Wirbeltiergruppen. A Sägetaucher (Merganser serrator). B Gangesgavial (Gavialis gangeticus). C Kaimanfisch (Lepidosteus osseus). D Indischer Schnabeldelphin (Platanista gangetica).

auf die Verlängerung derselben, so muß man sagen, daß da Schildkrötenmaul viel weniger Schnabel als das mancher andere Geschöpfe ist. Solche hornscheidelose Schnäbel zeigt uns zunächst beistehende Figur 70, und zwar in B den Schnabel de Gangesgavials, in welchem viele fromme und unfromme Brah

minen ihr Leben enden, in C jenen des Kaimanfisches und in E den des indischen Schnabeldelphins. Zum Vergleich habe ich ferner in A noch den Schnabel des Sägetauchers abgezeichnet und ich glaube, der Leser wird einigermaßen überrascht sein, zu sehen, daß bei sonst so ganz verschiedenen Tieren die Kieferzange nahezu die gleiche Gestaltung hat. Ein anderes Beispiel von Schnabelbildung, und zwar ausschließlich bei Fischen,

Fig. 71.



Beispiele ungleicher Längenentwickelung des Ober- und Unterschnabels bei Fischen. A Hornhecht (Belone vulgaris). B Fächerfisch (Histiophorus gladius).

die an solchen Werkzeugen nächst den Vögeln überhaupt am reichsten sind, bietet uns Fig. 71. Interessant ist es, daß die Kiefer bei beiden der betreffenden Tiere, wie man dies auch bei manchen Vögeln antrifft, eine sehr ungleiche Länge haben [9]).

V. Kapitel.

Anderweitige mechanische Mund- und Kopf-Werkzeuge.

(Zunge, Lippen, Rüssel, Ohrmuscheln 2c.)

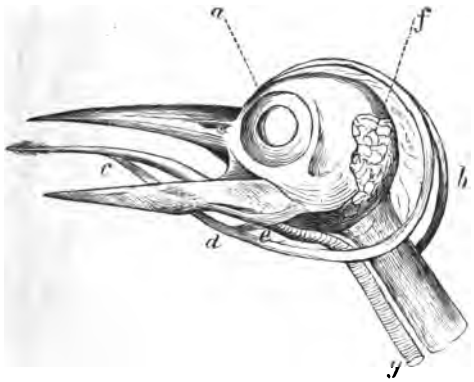
Das zangenartige Werkzeug, mit dem wir uns in den letzten zwei Kapiteln beschäftigt haben, läßt inbezug auf die Zweckmäßigkeit seiner Konstruktion und Ausrüstung sicherlich wenig zu wünschen übrig und man sollte wohl meinen, daß

dasselbe für die Aufnahme der Nahrung, die ihm vor allem obliegt, auch vollkommen ausreiche. Und dennoch ist dies nicht der Fall. Abgesehen nämlich von gewissen anderen, aber nur auf einzelne Abteilungen beschränkten Hilfsvorrichtungen, die wir später werden kennen lernen, findet man mit ganz geringen Ausnahmen bei sämtlichen Wirbeltieren in Verbindung mit der Kieferzange noch ein zweites mehr innerliches Werkzeug, von dem man, zumal im Hinblick auf dessen Bau bei den Säugetieren, wohl ohne Übertreibung behaupten darf, daß es noch weit merkwürdiger als das bisher betrachtete ist. Das Werkzeug, das ich meine, ist aber kein anderes als die Zunge, und wenn sich der Leser all die mannigfaltigen und verwickelten Bewegungen gegenwärtig hält, die er mit derselben, freilich meist unbewußt, ausführt, so wird er, glaube ich, gern zugeben, daß dieses Organ das merkwürdigste aller äußeren mechanischen Werkzeuge ist, noch viel merkwürdiger selbst als die Hand, deren Stelle die Zunge, und zwar auch als Tastorgan, im Munde einnimmt.

Ich will es nun versuchen, dem Leser auch von dieser Einrichtung eine nähere Vorstellung zu geben, wobei ich es aber für zweckmäßiger halte, nicht mit der Säuger-, sondern mit der weit einfacher konstruierten Vogelzunge den Anfang zu machen. Wenn man einem Specht oder einem anderen insektenfressenden Vogel zusieht, wie er die Nahrung zu sich nimmt, so macht einem die bei diesem Geschäft in hervorragender Weise beteiligte Zunge den Eindruck eines Pfeiles, indem dieselbe mit außerordentlicher Geschwindigkeit weit aus dem Schnabel hervorgeschnellt wird. Dieser Vergleich wird auch noch dadurch gerechtfertigt, daß die Zunge, damit die zu erbeutenden Tiere leichter daran hängen bleiben, an der Spitze häufig mit Widerhake besetzt ist. Im wesentlichen denselben Eindruck erhalten wi auch von der bekanntlich zweispitzigen oder gabeligen Zunge d Reptilien, z. B. jener der Schlangen und Eidechsen, nur ist hi das Zungenblatt im allgemeinen noch schmäler wie bei d

Vögeln und insbesondere viel elastischer. Wie die meisten Vergleiche leidet aber auch der eben gemachte an einem Übelstande, nämlich vor allem daran, daß der Zungenpfeil, wie jeder weiß, nicht eigentlich verschossen wird, sondern mit dem Schieß- oder Bogenapparat im Zusammenhange bleibt. Wir müssen uns zunächst den letzteren etwas näher ansehen. An dem in Fig. 72 abgebildeten Präparat eines Spechtes bemerkt der Leser hinter dem Kopf ein paar lange teils knöcherne, teils knorpelige Spangen oder Gräten (dba), welche unten von der Zunge (bei c)

Fig. 72.

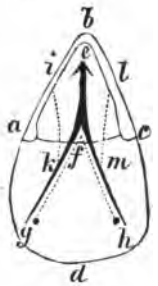


Mechanismus der Zunge eines Spechtes. c Zunge. odba Zungenbeinhörner. f Speicheldrüse. eg Luftrohr.

ausgehen und sich oben (bei a) an das Stirnbein ansetzen. Diese Spangen bezeichnet man ihrer Form wegen als Zungenbeinhörner. Zieht man diese, sagen wir bei b, nach rückwärts, giebt also dem Bogen, den sie bilden, eine größere Spannung, und überläßt sie dann wieder sich selbst, so sieht man, daß sie mit großer Kraft nach vorn schnellen und diese ihre Bewegung auch der Zunge mitteilen. Mit einem Wort, es verhalten sich die Zungenbeinhörner im wesentlichen ganz so wie der Bogen und die Sehne einer Pfeilbüchse, welche zwei Bestandteile aber hier in einem einzigen Federapparat vereinigt sind.

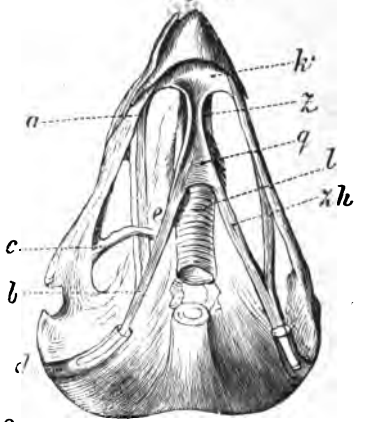
Das Merkwürdigste an dieser ganzen Vorrichtung ist aber das, daß sich der Bogen hier sozusagen von selbst spannt. Behufs des leichteren Verständnisses dieser ganz eigentümlichen Maschinerie wolle man zunächst die vereinfachte Darstellung in Fig. 73 betrachten. Wir sehen hier den Vogelkopf von der Unterseite und zwar stellt a b c den Unterkiefer, a d c den Schädel, e f die Zunge resp. die knöcherne Unterlage desselben, das Zungenbein, dar,

Fig. 73.



Mechanismus zur Bewegung der Vogelzunge.

Fig. 74.



Zungenmechanismus einer Eule. x Zunge. k Zungenbändchen. q Quermuskel. e d von Muskeln umkleidete Zungenhörner. d die sehnigen Scheiden, in welchen sie am Hinterkopf auf- und abgleiten. e c Quermuskeln zur Seitwärtsbewegung der Zunge. e a schiefe Muskeln zur Seitwärts- eventuell Vorwärtsbewegung. e Luftrohr. (Original.)

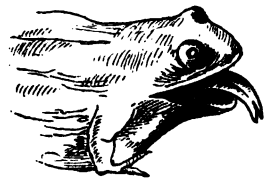
während die dunklen Linien f g und f h den Zungenbeinhörnern entsprechen, die sich indes in Wirklichkeit, wie man an einem skelettierten Kopf sieht, seitwärts meist hart an die Unterkieferäste anschließen. Diese Zungenbeinhörner haben nur das Eigentümliche, daß sie von einem Muskel eingehüllt sind dessen Fasern parallel mit ihrer Längsrichtung laufen. Diese Muskeln sind in unserer Figur durch die Punktlinie f g und f h angedeutet. Stellt man sich nun vor, daß diese Muskeln a

den Punkten g und h fixiert sind, so muß eine Zusammenziehung derselben offenbar die Zungenbeinhörner nach hinten bewegen und somit auch spannen. Das Nähere erkennt der Leser an dem genau nach der Natur gezeichneten Präparat einer Eule in Fig. 74, wo wir wieder den Kopf von der Unterseite sehen. Man beachte hier zunächst die Zunge z und das elastische Bändchen k, mit dem sie am Unterschnabel befestigt ist. Die beiden nach hinten abgehenden, unter dem Luftrohr l befindlichen Schenkel zh sind die Zungenbeinhörner, welche am Hinterkopf in häutigen Scheiden (d) auf- und niedergleiten. Die Längsmuskeln derselben sind vorn mit einem Quermuskel (q) verflochten. Das Präparat soll den Leser aber insbesondere noch mit zwei anderen Muskeln (ec und ae) vertraut machen, die sich zwischen den seitlichen Kieferästen und den Zungenbeinhörnern ausspannen. Was die Bedeutung dieser Muskeln betrifft, so begreift man ohne weiteres, daß dieselben bei einseitiger Kontraktion die Zunge nach rechts oder links bewegen, während speziell die vorderen Seitenmuskeln (a e) bei vereinter Thätigkeit die Zunge aus dem Schnabel herausziehen.

Kehren wir nun wieder zur Zunge selbst zurück, von der oben u. a. gesagt wurde, daß sie an der Spitze mit kleinen Widerhäkchen besetzt sei. Wir müssen zunächst noch beifügen, daß die einem Stück Fischbein nicht unähnliche Zungenspitze des Spechtes so scharf wie eine Nadel ist und daß das Tier damit die zu erbeutenden Insekten förmlich spießen kann. Ähnliche Spitzen und Widerhaken findet man aber auch häufig an der Zunge anderer Vögel, z. B. an der der Kolibris, die übrigens ihrer höchst merkwürdigen Konstruktion wegen eine eigene längere Beschreibung verdiente, und dann u. a. an jener des Flamingo, wo oberseits, damit die erbeuteten Tiere leichter hängen bleiben, zwei Reihen starker Haken sind. Die bewundernswerte Fähigkeit, vermöge welcher speziell die insektenfressenden Vögel mit ihrer Zunge die allerkleinsten Tierchen mit größter Leichtigkeit fangen können, verdankt dieses Werkzeug aber weniger den er-

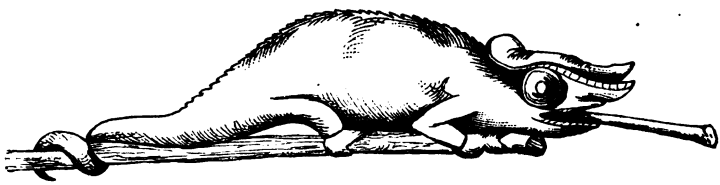
wähnten mechanischen Einrichtungen als vielmehr der Absonderung eines klebrigen Speichels, mit dem sie fort und fort befeuchtet wird. Selbstverständlich stammt dieses Sekret von besonderen Drüsenorganen (Fig. 72 f), die oft eine große Ausdehnung erreichen. Hier haben wir es also mit einer ähnlichen Kombination mechanischer und chemischer Einrichtungen zu thun, wie etwa an den Knochengelenken, bei denen ja auch außer dem Reinmechanischen die chemische Thätigkeit des Organismus, ich meine die Ab-

Fig. 75.



Frosch (Rana esculenta).

Fig. 76.



Chamäleon (Chamäleo bifidus).

sonderung und Erneuerung der Gelenkschmiere, eine wichtige Rolle spielt.

Was dann die Zungeneinrichtungen der niederen Wirbeltiere anlangt, so will ich nur zwei besonders auffallende Bildungen kurz hervorheben; einmal die leimrutenartige Zunge des Chamäleons (Fig. 75) und dann jene des Frosches und [illegible] verwandten schwanzlosen Lurche. Letztere ist, wie Fig. 76 einigermaßen veranschaulichen soll, dadurch ausgezeichnet, und [illegible] dürfen sagen vor allen anderen Zungenapparaten, daß sie nicht hinten, sondern vorne angewachsen ist und daß infolgedessen

die im Ruhezustand nach innen gerichtete und stark erweiterungsfähige Spitze wie eine Schleuder hervorgeschnellt werden kann. Das höchst sonderbar aussehende Instrument dient aber dazu, vor dem Kopf vorbeifliegende Insekten zu erhaschen und mittelst einer ebenso raschen als geschickten Bewegung in das bei diesem Akt weit aufgesperrte Maul hineinzuwerfen.

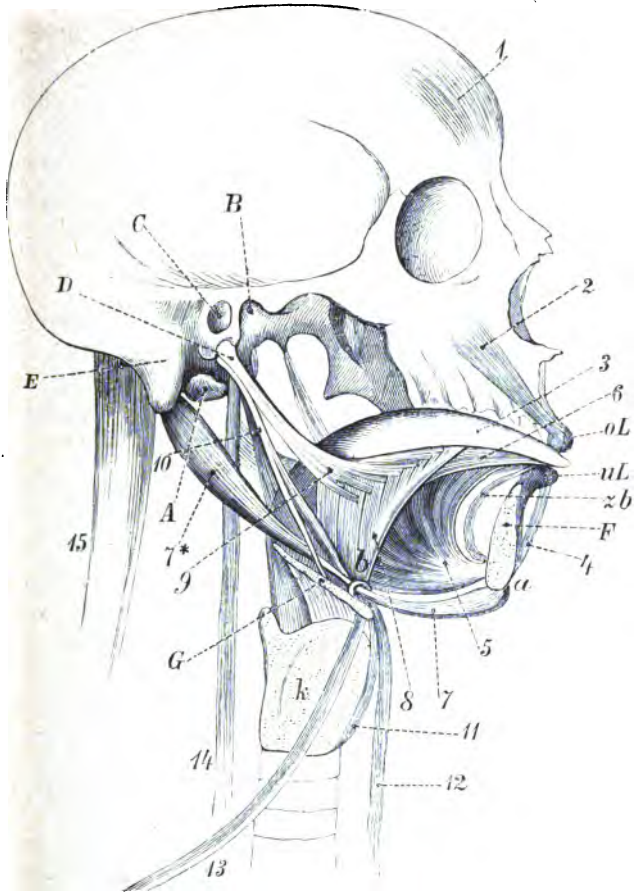
Wollten wir die Zunge der bisher betrachteten Wirbeltiere nach ihren allgemeinen mechanischen Verrichtungen bei der Nahrungsaufnahme kurz kennzeichnen, so könnten wir etwa so sagen. Dieselbe ist erstens eine Art Speisegabel, oder ein Pinsel, mit dem sehr kleine Nahrungsobjekte, welche die Kieferzange nicht zu ergreifen vermag, angespießt, resp. aufgenommen werden, und sie hat dann zweitens gegenüber den größeren, mit den Kiefern ergriffenen Beutestücken die Verrichtung eines Löffels, indem sie den Nahrungsobjekten der bezeichneten Art als Unterlage dient und sie zugleich an ihren nächsten Bestimmungsort, d. i. zur Schlundöffnung befördert. — Die nämlichen mechanischen Hauptverrichtungen zeigt uns nun auch, freilich neben manchen anderen die Zunge der Säugetiere und des Menschen, mit der wir uns im Nachstehenden noch kurz beschäftigen müssen.

Daß zunächst auch unsere Zunge die Funktion eines Pinsels oder Wischers hat, sehen wir unter anderem in dem Fall, wenn wir gewisse, an einem unserer Finger haftengebliebene Speisereste, sagen wir Zuckerbröschen, uns aneignen wollen. Nicht minder deutlich ist aber auch die zweite der oben erwähnten Eigenschaften, nämlich die des beweglichen Löffels, insofern wir uns ja beispielsweise manche zum Verschlingen bestimmte Gegenstände, wie etwa eine Chininpille geradezu auf dieses merkwürdigste aller Eßwerkzeuge legen lassen. Nebst den erwähnten Verrichtungen weist aber die Säugerzunge noch viele andere auf, die wir nicht unpassend auf solche außer und innerhalb des Mundes zurückführen können. Was die Arbeits-

leistungen der Säugerzunge außerhalb des Mundes betrifft, so denke ich hierbei vor allem an die auf die Reinigung des Körpers abzielenden Leckbewegungen, die, wie der Leser weiß, nicht etwa nur beim Hund und bei der Katze, sondern noch bei vielen anderen Säugern eine wichtige Rolle spielen. Einen ähnlichen Zweck haben nun auch, bis zu einem gewissen Grade wenigstens, die Bewegungen der Zunge innerhalb des Mundes, insofern wir ja mit diesem Werkzeug die Wände und Höhlungen derselben von Speiseresten reinigen, beziehungsweise dieselben sammeln und ihrer Bestimmung zuführen. Gerade bei den letztgenannten Verrichtungen zeigt sich aber auch am eklatantesten der große Unterschied, der hinsichtlich des Baues zwischen der Zunge der Säuger und jener der meisten anderen Wirbeltiere herrscht. Während nämlich bei den letzteren die Zunge im allgemeinen eine der Hauptsache nach sich stets gleichbleibende Gestalt hat und nur als ganzes bewegt wird, ist dieselbe bei den Säugern ein Werkzeug, das bald diese bald jene Gestalt annimmt oder das mit einem Wort in allen seinen Teilen beweglich ist. Obwohl nun gerade der Mechanismus dieser Eigenbewegungen weitaus das Interessanteste an diesem Werkzeug ist, so muß ich unter Verweisung auf die wenigen im einleitenden Kapitel hierüber gegebenen Andeutungen doch mit Rücksicht auf seine außerordentliche Kompliziertheit von einer Schilderung desselben völlig absehen und will statt dessen dem Leser mit Hilfe der nachstehenden Figur nur erklären, wie denn die Säugerzunge und speziell die unserige als Ganzes bewegt wird.

Um zunächst das Wesen dieses ganzen Apparates kurz zu charakterisieren, können wir sagen: die Zunge ist ein freischwebender Körper, der nach mehreren verschiedenen Richtungen bewegt werden kann. Diese Richtungen ergeben sich aber aus den feste Punkten, welche in der Umgebung der Zunge liegen und a welchen die von letzterer entspringenden, zum Teil äußerst kompli zierten Muskeln sich ansetzen. Solcher fester Stützpunkte fü die Zungenbewegung läßt uns nun die bezeichnete Figur vo

Fig. 77.



Mechanismus der Zungenbewegung beim Menschen. A Drehpunkt des Kopfes auf der Wirbelsäule. B Drehpunkt des Unterkiefers am Schädel. C Gehörgang. D Griffelfortsatz (processus styloideus). E Warzenfortsatz (proc. mastoideus). F Durchschnitt des Unterkiefers am Kinn. G Zungenbeindurchschnitt. k Kehlkopf. —

Mu eln: 1. Stirnmuskel. 2. Aufheber der Oberlippe (OL.) 3. Zunge. 4. Niederzieher der Unt lippe. 5. Kinnzungenmuskel (genioglossus). 6. Eigener Muskel der Zunge (lingualis). 7. V rderer Bauch des zweibäuchigen Muskels (digastricus). 7* hinterer Bauch. 8. Zungenbein Zungenmuskel (hyoglossus). 9. Griffelbein-Zungenmuskel (styloglossus). 10. Griffelbein Zungenmuskel (stylohyoideus). 11. Zungenbein-Schildknorpelmuskel (hyothyreoideus). 12. ruft-Zungenbeinmuskel (sternohyoideus). 13. Schulter-Zungenbeinmuskel (omohyoideus). 14. (ßer vorderer gerader Kopfmuskel (rectus ant. cap. m.) 15. Bauschenmuskel (splenius cap.).

nehmlich drei erkennen. Der Hauptstützpunkt ist zunächst das an der Zungenwurzel befindliche und hart über dem Kehlkopf (k) liegende Zungenbein (G) mit seinen beim Menschen allerdings sehr schwach entwickelten Hörnern. Ein zweiter vorderer Stützpunkt ist dann der Kinnteil des Unterkiefers (F), und der dritte endlich wird von der Basis des Schädels, beziehungsweise von dem unterhalb der Ohröffnung (C) entspringenden Griffel- oder Stielfortsatz (D) gebildet.

Was aber die Wirkung der von diesen Stützpunkten zur Zunge gehenden Muskeln betrifft, so kann der Leser dieselbe leicht selbst beurteilen. Der vom Zungenbein entspringende große und reichgliederige Muskel (8) zieht die Zunge offenbar nach unten und hinten, der vom Kinn ausgehende (5) nach vorn und der vom Schädel kommende (9, 10) nach hinten und oben. In bezug auf einen der erwähnten Stützpunkte, nämlich auf das Zungenbein wolle der Leser aber noch beachten, daß derselbe kein absolut fester ist, indem gedachter Knochen, wie man beim Schlingen leicht an sich selbst beobachten kann und zwar teils für sich allein, teils in Verbindung mit dem Kehlkopf einer bedeutenden Verschiebung von unten nach oben fähig ist. Diese Verstellung des Zungenbeins geschieht aber auf folgende Weise. Die Senkung zunächst ist das Werk von mehreren Muskeln, welche teils vom Schildknorpel (11), teils vom Brustbein (12) und der Schulter (13) ausgehen. Die Hebung dagegen ist die Aufgabe des Griffelzungenbeinmuskels (10), der aber, wie aus der Figur sich ergiebt, das Zungenbein zugleich etwas nach hinten bewegt.

Bei dieser Gelegenheit mache ich den Leser noch auf einen Muskel aufmerksam, der zwar eigentlich mit der Zunge selbst nichts zu thun hat, aber doch in naher Beziehung zum Zungenbeine steht. Es ist dies der Herabzieher des Unterkiefers a *, der, weil er einerseits am Unterkiefer- (a) und andererseits am Warzenbein- oder Schädelursprung stark angeschwollen ist,

auch der zweibäuchige (Digastricus) genannt wird. Wie man sieht, sind die genannten Bäuche (7, 7*) in der Mitte durch einen Sehnenstrang verbunden, der durch eine am Zungenbein befestigte Schlinge (b) hindurchgeht. Dieser Muskel ist unter anderem auch noch dadurch merkwürdig, daß er, wenn man den Unterkiefer fixiert, z. B. indem man das Kinn auf die untergelegte Faust stützt, den Kopf (einschließlich des Oberkiefers) in die Höhe zieht. Dieser der gewöhnlichen Wirkung gerade entgegengesetzte Effekt beruht aber darauf, daß der Ansatz des Muskels, nämlich das Warzenbein (E) hinter dem Atlasgelenk (A) liegt, der Schädel also mit einem Wort einen zweiarmigen Hebel vorstellt, dessen kürzerer Hinterarm durch den in Rede stehenden Muskel herabgezogen wird.

Fig. 78.

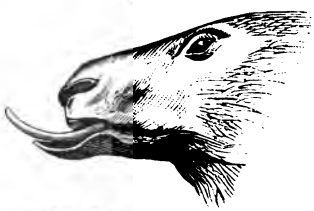
Tamandua, breizehiger Ameisenbär (Myrmecophaga 3 dactyla.) (Nach Brehm).

Zum Schlusse noch ein paar der allerauffallendsten Anpassungen der Säugerzunge. Eine solche finden wir einmal bei den katzenartigen Raubtieren. Hier bilden die auch bei uns vorhandenen Wärzchen oder Papillen lange nach hinten gerichtete Stacheln, welche dem in Rede stehenden Werkzeug den Charakter einer Feile verleihen. Warum aber gerade die genannten Tiere eine derartige Zunge besitzen, wird man leicht einsehen, wenn man sieht, wie z. B. der Tiger damit das blutende Fleisch seiner Opfer förmlich abschabt oder abscheuert. — Eine andere auffallende Modifikation der Säugerzunge zeigen gewisse ameisen- und termitenfressende Säugetiere, wie z. B. der Lippenbär,

das Schuppentier und das Tamandua (Fig. 78). Speziell beim letzteren kann sie gegen einen halben Meter weit aus dem engen Mund herausgestreckt werden und es muß in der That ein ergötzliches Schauspiel sein, zu sehen, wie dieses leimrutenartige Organ in einem durch die starken Vorderfußhaken bloßgelegten Termitennest herumwühlt und mit tausenden der betreffenden Tierchen beladen, wieder in den Mund zurückgezogen wird [10]).

Zur Rechtfertigung meiner eingangs dieses Kapitels gemachten Behauptung, daß die Zunge und zwar nicht allein als Tastorgan, sondern auch in rein mechanischer Beziehung im Munde gewissermaßen die Stelle der Hand vertritt, muß ich schließlich noch an die eigentümliche Form und Gebrauchsweise dieses unvergleichlichen Werkzeuges bei der Giraffe erinnern. Es ist dasselbe hier in der That ein Greifinstrument oder eine Hand, denn das Tier umfaßt damit bekanntlich hochstehende Baumzweige und zieht sie gegen den Mund. Übrigens brauchen wir in dieser Beziehung gar nicht exotische Geschöpfe als Beispiel zu nennen, da ja unsere Weidetiere beim Abrupfen des Grases ihre allerdings minder verlängerungsfähige Zunge in ganz ähnlicher Weise anwenden.

Fig. 79.

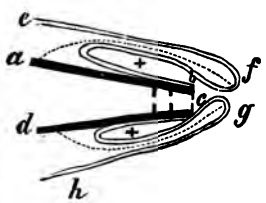


Lippenbär (Ursus labiatus). (N. Brehm.)

Die letztgenannte Zungenbildung bietet uns zugleich einen guten Übergang zu gewissen anderen Nebenwerkzeugen des Säugermundes. Ein Blick auf vorstehende Fig. 79 sagt, welche Werkzeuge wir da unter anderem vor Augen haben, nämlich zunächst die Lippen, von welchen hier die untere, wie man sieht, geradezu das Aussehen und auch die Verrichtung einer Zunge hat. Sie streckt sich nämlich zu einem Löffel aus, der zum Ergreifen diverser Nährobjekte in vieler Beziehung ganz unübertreffliche Dienste leistet. Ist es hier die Unterlippe,

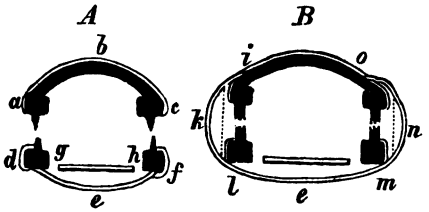
welche beim betreffenden Tier den Mangel einer für feinere Manipulationen praktikabelen Greifhand ersetzt, so zeigt uns unter anderem das Rhinozeros oder, um weniger in die Ferne zu schweifen, das Rind oder Schaf, daß auch die Oberlippe einer solchen Anpassung fähig ist. Die eben erwähnten zwei weichen Werkzeuge sind aber nur Bestandteile einer und derselben eigentümlichen mechanischen Einrichtung des Säugermaules, die ich nun etwas näher charakterisieren muß. Um zunächst das Wesen der Sache kurz zu bezeichnen, so handelt es sich hier um die Be-

Fig. 80.



Schema eines Längenschnittes durch das Maul eines Säugetieres. a b Ober-, d c Unterkiefer. e f Oberh g Unterlippe.

Fig. 81.



Schema eines Querschnittes durch das Maul A eines lippenlosen Wirbeltieres. B eines Säugetieres. A. a b c Oberkiefer samt Hautüberzug. d u. f Durchschnitte durch die beiden Kieseräste. d e f Hautverbindung zwischen denselben. g h Zunge. B. i k l u. o n m Wangenhaut. Die anliegende Punktlinie deutet die Muskeln zur Zusammenziehung an.

ziehung der allgemeinen Hautdecke zu den inneren Hartteilen oder den Kieferbacken. Während nämlich die äußere Haut bei den meisten anderen Wirbeltieren, z. B. beim Vogelschnabel über den Kiefern einen einfachen und dicht anliegenden Überzug bildet, der speziell beim letztgenannten Werkzeug verhornt und mit dem Knochen gewissermaßen nur ein Ganzes darstellt, bildet dieselbe am Vorderteil des Säugermaules eine faltenförmige Ausstülpung oder Duplikatur, welche sich über die Hartteile hinwegzieht. Der schematische Längsschnitt durch ein Säugermaul in Fig. 80 wird die Sache deutlicher machen. Die obere dicke Linie a b bezeichnet den Oberkiefer, die untere d c den Unterkiefer, e f b

und h g c sind dann die zugehörigen Hautteile, deren frei vorstehende Abschnitte f und g eben die Lippen bilden. Um die ganze Bildung richtig zu würdigen, ist es aber auch angezeigt, einen Querschnitt zu betrachten. Fig. 81 B ist ein solcher von einem geschlossenen Säugermaul, A von einem anderen Wirbeltier, z. B. von einem Vogel. Der große Unterschied ist der, daß bei den Säugern die äußere Haut zwischen dem Ober- und Unterkiefer (i l) eine frei abstehende Seitenwand (i k l und o n m) formiert. Um es mit einem Wort zu sagen, haben wir beim Säugermaul einen die Kieferzange rings umschließenden Sack, der bei den anderen Wirbeltieren entweder ganz fehlt, oder wenigstens nicht soweit nach vorn reicht, daß er vor den Kiefern geschlossen werden kann. Hält sich der Leser gegenwärtig, daß die meisten Säuger ihre Nahrung zerkleinern, während die anderen Wirbeltiere sie ganz verschlingen, so wird ihm auch klar werden, warum sich gerade bei den ersteren ein solcher die Zerkleinerungsmaschine umgebender Sack entwickelte. Derselbe verhindert nämlich, daß die Nahrungsobjekte beim Kauen seitwärts oder vorn herausfallen und so für das Tier verloren gehen. — Der in Rede stehende Mundsack ist aber keineswegs ein bloßes mit Seitentaschen versehenes Behältnis, sondern zugleich, wie sich übrigens zum Teil schon aus dem früheren ergiebt, ein aktiv wirksamer mechanischer Apparat, nämlich ein von starken Muskeln durchwebter Schnürbeutel. Von diesen Muskeln erwähne ich nur die der Wangen, welche die Seitenhöhlen verengern und dann die der Lippen, welche letzteren teils (wie die durch die Punktlinien in Fig. 80 angedeuteten), die ausgestreckten Lippen zurückziehen, teils den Mund ringförmig zusammenziehen oder schließen. Die Bedeutung der angedeuteten Bewegungen oder Formveränderungen ist aber eine verschiedene. So diene unter anderem die Wangen- oder Backenmuskeln der Wiederkäuer dazu, das seitlich aus der Mahlmaschine heraustretende Futter wieder in dieselbe hineinzubringen, und einen ähnliche Zweck haben z. B. beim Mangel von Vorderzähnen auch

Lippenringmuskeln. Außerdem hat aber die Mundfalte und zwar in Gemeinschaft mit der freibeweglichen Zunge noch eine Bestimmung, die wohl die wichtigste von allen ist. Wie schon der Name der in Rede stehenden Tiere sagt, nähren sich dieselben in der Jugend ausschließlich von einer Flüssigkeit, nämlich der Milch, welche sie, wenn auch ganz unbewußt, auf eine höchst kunstvolle Weise einsaugen und werden bekanntlich analoge Saugbewegungen, vielfach auch sonst, z. B. beim Trinken ausgeführt. Mit Rücksicht darauf kann man auch sagen, daß der Mundsack im wesentlichen nichts anderes als ein über die harte Kieferzange gestülptes Saugrohr ist, dessen Pumpenstiefel die Zunge darstellt, und ich glaube, daß insbesondere das von den Lippen gebildete und auch als Tonwerkzeug wichtige Ansatzstück wohl unsere Bewunderung verdient.

Fig 82.

Elefantenspitzmaus aus Afrika (Macroselides typicus). (Nach Brehm.)

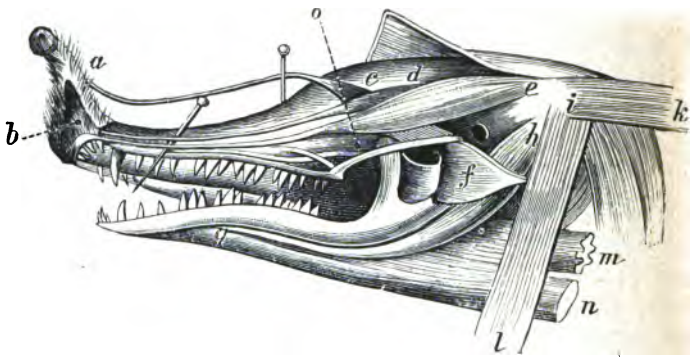
Außer den weichen oder biegsamen Mundwerkzeugen, welche wir zuletzt behandelt haben, besitzen manche Säuger noch ein Instrument, das zwar nicht immer direkt bei der Nahrungsaufnahme beteiligt ist, aber dieses wichtige Geschäft doch stets auf irgend eine Art unterstützt und erleichtert. Dieses im Hinblick auf unsere eigene Organisation höchst sonderbare Instrument ist der Rüssel, der sich als eine eigentümliche Kombination von Oberlippe und Nase definieren läßt, wobei aber vorausgesetzt wird, daß letztere eine mehr oder weniger bedeutende Verlängerung zeigt. Im folgenden will ich auch dieser Einrichtung ein paar Worte widmen.

Ähnlich wie bei der Zunge können wir in bezug auf den Bewegungsmechanismus zweierlei Rüssel unterscheiden, nämlich inen, welcher, wie die Vogelzunge hauptsächlich nur als ganzes ewegt wird, und einen zweiten, der analog wie die Säugerunge sich zugleich auch selbst bewegt.

Als Beispiel für die erstere Gattung mag der seinem äußeren

nach wohl allgemein bekannte Wühlrüssel des Maulwurfs dienen, und soll uns beistehende Figur 83 den Mechanismus seiner Bewegung erläutern helfen. Man sieht hier den Rüssel, der, nebenbei bemerkt, ähnlich wie die biegsame Vorderpartie unserer eigenen Nase durch ein elastisches Knorpelstück gestützt wird, im aufgerichteten Zustand. Diese Stellung verdankt er dem weit hinten teils auf dem Schädel, teils am Jochbein entspringenden Muskel ca, der vorn in eine lange fadenförmige, aber

Fig. 83.



Kopf eines Maulwurfs zur Demonstrierung der Rüsselmuskeln. oa Muskel zum Aufrichten. eb u. db zum Niederziehen des Rüssels. f zurückgeschlagener Jochmuskel. o Augengegend. hg zweibäuchiger Muskel (Niederzieher des Unterkiefers). ik Muskel zum Zurückziehen. il zum Vorwärtsziehen des Kopfes. m Schlund-, n Luftrohr. (Original.)

äußerst starke Sehne übergeht. Ungefähr an derselben Stelle sieht man noch zwei andere Muskeln (e und d), deren ebenfalls lange und dünne Sehnen sich zur Basis des Rüssels (bei b) begeben. Zieht man letztere an, so wird der zurückgestülpte Rüssel wieder gerade gestreckt, oder, wenn nur die Sehne einer Seite angezogen werden, nach rechts oder links gewendet und sei nur noch bemerkt, daß der Hebelarm des Rüssels an dem die letztgenannten Streckſehnen angreifen, viel kürzer als der Hebelarm der zuerst erwähnten Beugesehne ist.

Wenn wir oben die der verschiedenartigsten Bewegungen fähige Säugerzunge als eine Art Wunderwerkzeug bezeichneten, so müssen wir notwendig dem Rüssel des Elefanten denselben Namen beilegen, denn die Verrichtungen dieses Organs sind zum mindesten nicht weniger mannigfaltig und kompliziert als jene des genannten Mundwerkzeuges. Am besten kann man den Elefantenrüssel wohl charakterisieren, wenn man ihn geradezu als eine Kopfhand bezeichnet, denn seine Manipulationen erinnern in der That vielfach an die unserer eigenen Greifwerkzeuge. Mit den letzteren teilt der Elefantenrüssel insbesondere auch die vielen Abstufungen bezüglich der Stärke seiner Bewegungen, denn, wie Brehm sich ausdrückt, kann das Tier mit demselben ebensogut einen dicken Baumstamm entwurzeln, als unter Zuhilfenahme des bekannten Fingerfortsatzes — kleine Papierschnitzel oder Münzen aufheben. — Der Elefantenrüssel ist aber nicht bloß Greif- und Schleuderwerkzeug, er besitzt namentlich noch eine merkwürdige Eigenschaft, die der Hand völlig abgeht. Vermöge der röhrenartigen Nasenlöcher, von denen er durchzogen wird, einerseits und seiner eigentümlichen über alle Vorstellung komplizierten Muskulatur andererseits ist er nämlich zugleich eine Saugdruckpumpe. Letztere Eigenschaft kommt aber insbesondere beim Trinken zum Ausdruck. Dieses Geschäft besteht nämlich darin, daß sich der Rüssel voll mit Wasser pumpt und dieses dann, indem er sich hakenförmig gegen den Mund krümmt, in den letzteren hineinspritzt. Der Elefant soll aber gelegentlich mit diesem Pumpwerk noch andere Künste treiben, indem er es z. B. mit Sand füllt, den er dann, um sich die zudringlichen Insekten vom Leibe zu halten, mit großer Kraft hinausbläst [11]).

Da schon von Spritzvorrichtungen die Rede ist, wollen wir kurz einschalten, daß, ganz abgesehen von den Säugern, auch bei anderen Wirbeltieren dergleichen Apparate angetroffen werden. Am bekanntesten ist in dieser Beziehung der sogen. Schützenfisch, der von seinem Standort in der Nähe des Ufers

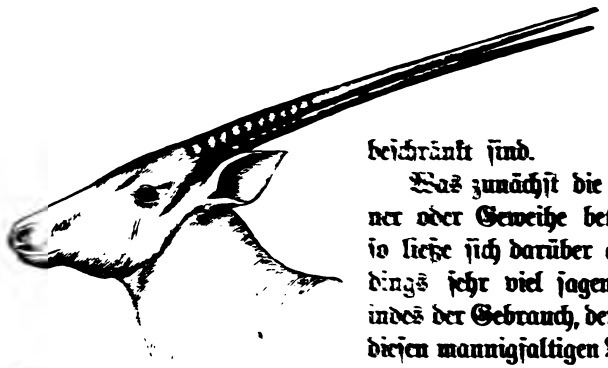
aus vermittels eines durch den Mund erzeugten Wasserstrahles Insekten von den überhängenden Strandgebüschen herabschießt.

Nachdem wir die mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehenden Werkzeuge des Kopfes abgethan haben, müssen wir zum Schlusse noch ein paar andere am genannten Körperteil befindliche und zuweilen wenigstens mit einer aktiven mechanischen Verrichtung betraute Instrumente erwähnen. Es sind dies erstens die Hörner und Geweihe und dann die Ohrmuscheln, also abermals Einrichtungen die vorwiegend auf die Säugetiere beschränkt sind.

Fig. 84.

Die Stoßwerkzeuge des Karichkar (Ovis Poli). (Nach Brehm.)

Fig. 85.

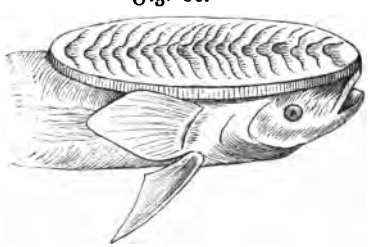


Gazelle (Orix Beisa). (Nach Brehm.)

Was zunächst die Hörner oder Geweihe betrifft, so ließe sich darüber allerdings sehr viel sagen; da indes der Gebrauch, der von diesen mannigfaltigen Waffen gemacht wird, allgemein bekannt ist, beschränke ich mich darauf, dem Leser ein paar derselben in den beigegebenen Abbildungen in Erinnerung zu bringen.

Es mag dem Leser vielleicht sonderbar vorgekommen sein, daß wir den „Hörnern", deren mechanischer Effekt, z. B. wenn sie mit unserer eigenen Person in Kontakt kommen, nur allzu klar zu tage tritt, die Ohrmuscheln an die Seite gestellt haben; denn, wird man fragen, welche äußerlich sichtbare Arbeit verrichten denn diese Schallfänge? Nun, unsere eigenen bekanntlich meist ganz bewegungsunfähigen Ohrplatten kommen hierbei allerdings nicht in Betracht, und dasselbe gilt auch von den beweglichen Ohrmuscheln vieler Säugetiere. Anders steht die Sache aber beispielsweise beim Rind oder beim Elefanten. Bei diesen Tieren sind nämlich die in Rede stehenden Kopfanhänge thatsächlich mit einer sehr wichtigen mechanischen Nebenleistung betraut, über die man sofort klar wird, wenn man sie an einem heißen Sommertag im Freien beobachtet. Man sieht dann nämlich, daß diese von zahlreichen Muskeln bewegten Platten als Fächer benutzt werden, um die den Kopf umschwärmenden Fliegen zu verscheuchen, und wenn der Leser — was man gewöhnlich allerdings nicht thut — daran denkt, daß er selbst dieses Geschäft mit der Hand verrichtet, so wird er gewiß einigermaßen darüber staunen, was für eigentümliche Ersatzmittel bei manchen Tieren für die fehlende Hand sich entwickelt haben.

Fig. 86.



Schildfisch oder Schiffshalter (Echeneis remora) aus dem Mittelmeer. (Nach Brehm.)

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, noch eines am Kopfe angebrachten mechanischen Werkzeuges kurz Erwähnung zu thun, denn findet sich dasselbe auch nur bei einem einzigen Wirbeltiere und zwar bei einem Fische vor, so verdient es doch durch seine höchst merkwürdige Konstruktion und Verrichtung unser Interesse, und giebt uns zugleich ein vortreffliches Beispiel einer durch Anpassung an ganz bestimmte Lebensbedingungen erworbenen aparten Einrichtung.

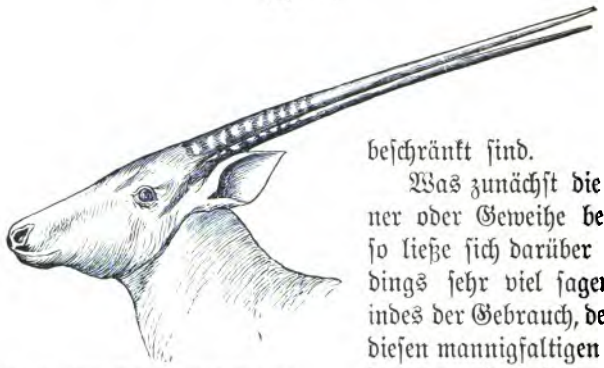
aus vermittels eines durch den Mund erzeugten Wasserstrahles Insekten von den überhängenden Strandgebüschen herabschießt.

Nachdem wir die mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung stehenden Werkzeuge des Kopfes abgethan haben, müssen wir zum Schlusse noch ein paar andere am genannten Körperteil befindliche und zuweilen wenigstens mit einer aktiven mechanischen Verrichtung betraute Instrumente erwähnen. Es sind dies erstens die Hörner und Geweihe und dann die Ohrmuscheln, also abermals Einrichtungen die vorwiegend auf die Säugetiere beschränkt sind.

Fig. 84.

Die Stoßwerkzeuge des Katschkar (Ovis Polii). (Nach Brehm.)

Fig. 85.

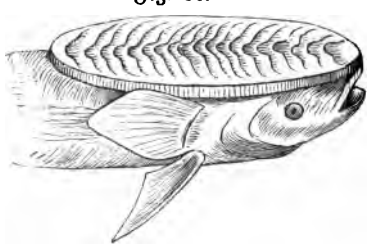


Gazelle (Orix Beisa). (Nach Brehm.)

Was zunächst die Hörner oder Geweihe betrifft, so ließe sich darüber allerdings sehr viel sagen; da indes der Gebrauch, der von diesen mannigfaltigen Waffen gemacht wird, allgemein bekannt ist, beschränke ich mich darauf, dem Leser ein paar derselben in den beigegebenen Abbildungen in Erinnerung zu bringen.

Es mag dem Leser vielleicht sonderbar vorgekommen sein, daß wir den „Hörnern", deren mechanischer Effekt, z. B. wenn sie mit unserer eigenen Person in Kontakt kommen, nur allzu klar zu tage tritt, die Ohrmuscheln an die Seite gestellt haben; denn, wird man fragen, welche äußerlich sichtbare Arbeit verrichten denn diese Schallfänge? Nun, unsere eigenen bekanntlich meist ganz bewegungsunfähigen Ohrplatten kommen hierbei allerdings nicht in Betracht, und dasselbe gilt auch von den beweglichen Ohrmuscheln vieler Säugetiere. Anders steht die Sache aber beispielsweise beim Rind oder beim Elefanten. Bei diesen Tieren sind nämlich die in Rede stehenden Kopfanhänge thatsächlich mit einer sehr wichtigen mechanischen Nebenleistung betraut, über die man sofort klar wird, wenn man sie an einem heißen Sommertag im Freien beobachtet. Man sieht dann nämlich, daß diese von zahlreichen Muskeln bewegten Platten als Fächer benutzt werden, um die den Kopf umschwärmenden Fliegen zu verscheuchen, und wenn der Leser — was man gewöhnlich allerdings nicht thut — daran denkt, daß er selbst dieses Geschäft mit der Hand verrichtet, so wird er gewiß einigermaßen darüber staunen, was für eigentümliche Ersatzmittel bei manchen Tieren für die fehlende Hand sich entwickelt haben.

Fig. 86.



Schildfisch oder Schiffshalter (Echeneis remora) aus dem Mittelmeer. (Nach Brehm.)

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, noch eines am Kopfe angebrachten mechanischen Werkzeuges kurz Erwähnung zu thun, denn findet sich dasselbe auch nur bei einem einzigen Wirbeltiere und zwar bei einem Fische vor, so verdient es doch durch seine höchst merkwürdige Konstruktion und Verrichtung unser Interesse, und giebt uns zugleich ein vortreffliches Beispiel einer durch Anpassung an ganz bestimmte Lebensbedingungen erworbenen aparten Einrichtung.

Das Gebilde, das ich hier im Auge habe, ist die aus Figur 86 ersichtliche Saugscheibe des Schiffshalters, die, wie schon der Name des betreffenden Fisches andeutet, letzterem dazu dient, sich mit Hilfe desselben an anderen größeren Gegenständen, die sich durch das Wasser bewegen, z. B. an Schiffen oder an gewissen Seetieren anzuheften. Hinsichtlich des Mechanismus dieses sonderbaren Haftwerkzeuges muß ich aber auf eine spätere Stelle verweisen, wo von den nach dem gleichen Prinzip konstruirten Haftkissen der Gekofüße die Rede ist.

VI. Kapitel.

Die paarigen Stammgliedmaßen in ihrer Eigenschaft als Greifwerkzeuge mit besonderer Berücksichtigung der menschlichen Hand.

Die Vervollkommnung unseres künstlichen Werkzeugeapparates beruht bekanntlich, wie schon in der Einleitung flüchtig angedeutet wurde, auf dem Prinzip der Arbeitsteilung, also darauf, daß für jede besondere Art mechanischer Verrichtung auch ein besonderes Instrument konstruiert wird, das sich gerade für die gewünschte Arbeit am besten eignet, während es für die meisten anderen Manipulationen ganz unbrauchbar sein kann.

Ganz das nämliche Prinzip der möglichsten Anpassung der Arbeitsgeräte an die zu leistende Arbeit liegt nun auch, wie der Leser im vorhergehenden wiederholt zu beachten Gelegenheit hatte, den natürlichen Werkzeugen der Tiere zu grunde, und in dem Sinne sagt man auch, daß der Mechanismus eines Tieres und dieses selbst um so vollkommener ist, je mehr besonder-

Werkzeuge es hat, die es zu verschiedenartigen Leistungen geschickt machen.

Speziell bei den Wirbeltieren tritt aber dieses Prinzip der Arbeitsteilung zwischen den einzelnen denselben zu gebote stehenden Außenwerkzeugen nirgends so anschaulich zu tage, wie zwischen den vorderen und hinteren Stammgliedmaßen, die sozusagen in einem beständigen Wettkampf miteinander liegen, und es dürfte sonach wohl am Platze sein, ehe ich auf den durch die Aufschrift bezeichneten Gegenstand übergehe, dieses Verhältnis etwas näher zu erläutern.

Beobachten wir im Aquarium irgend einen Fisch, so bemerken wir, daß die in Rede stehenden Anhänge, welche hier als Brust- und Bauchflossen bezeichnet werden, im wesentlichen ganz denselben Bau besitzen und demgemäß auch in ihrer Leistung durchaus miteinander übereinstimmen. Diese Leistung der Stammgliedmaßen besteht hier aber bekanntlich darin, daß sie den Körper im Verein mit dem Schwanz fortbewegen und diese ortsverändernde oder lokomotorische Thätigkeit ist auch die Haupt- oder Grundfunktion der in Rede stehenden Wirbeltierwerkzeuge überhaupt. Dieselbe Kongruenz des allgemeinen Baues und der Verrichtung der Stammhebel beobachtet man unter den niederen Wirbeltieren aber auch dort, wo dieselben bereits den bekannten Charakter echter Beine angenommen haben, so z. B. bei den Lurchen und Reptilien, und werden die betreffenden Teile auch hier fast ausschließlich nur als Schieb- oder Ruderstangen, also wieder zur Fortbewegung oder Lokomotion verwendet. Ausnahmsweise kommt aber hier auch schon das zu erläuternde Prinzip der Arbeitsteilung zur Geltung, ja mitunter — man denke nur an den Frosch — in sehr auffallender Weise. Beim genannten T[ier] sind nämlich, wie jeder weiß, die Vorderbeine relativ sehr k[urz] und schlank, während die hinteren ungemein lang und dick s[ind] und knüpft sich an diese Verschiedenheit der Größe, und z[um] Teil auch der Form, eine nicht minder große Ungleichheit d[er] Verrichtung, indem die zum Springen und Schwimmen an-

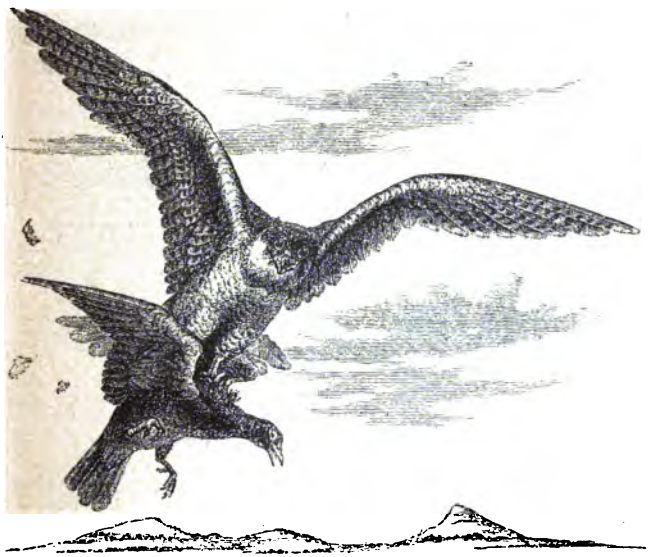
gepaßten Hintergliedmaßen die Ortsveränderung besorgen, indessen die vorderen vorwiegend als Greif- oder richtiger als Klammerwerkzeuge fungieren.

Ehe ich aber die eben erwähnte Teilung der Stammgliedmaßen in Lokomotions- und Greifwerkzeuge weiter verfolge, muß ich dem Leser früher zeigen, daß das Prinzip, nach welchem die in Rede stehenden Gliedmaßen zum Ergreifen oder, allgemeiner gesprochen, zum Festhalten äußerer Gegenstände dienen, ein sehr verschiedenes ist. Zunächst wolle sich der Leser gegenwärtig halten, daß jedes der beiden Paare von Gliedmaßen, insoweit letztere einer Bewegung gegeneinander fähig sind, eine Zange und somit auch einen Fixierungsapparat vorstellt. Daß diese Art Zange aber auch wirklich zum Festhalten äußerer Objekte verwendet wird, das sehen wir zunächst am deutlichsten an unserer eigenen Vordergliedmaßen- oder Armzange, die wir ja beim Umfassen größerer Gegenstände sehr häufig anwenden. Desgleichen spielt dieser Klammerapparat auch bei vielen Tieren eine wichtige Rolle, wie ich denn nur an den Bär, an das Känguruh und, von den niederen Wirbeltieren, an den bereits früher erwähnten Frosch erinnere. Es wird aber nicht nur das vordere, sondern auch das hintere Gliedmaßenpaar als Fixierungsvorrichtung gebraucht. Dies kann man z. B., wenn wir von uns selbst ganz absehen, gelegentlich beim Hund beobachten, der mit Hilfe der kreuzweise übereinandergeschlagenen Hinterbeine sogar Gegenstände vom Boden aufheben kann.

Was aber den Grund betrifft, warum das Vordergliedmaßenpaar viel häufiger als Klammerzange verwendet wird, so beruht dies vor allem darauf, daß die betreffenden Extremitäten einer stärkeren Einwärtsbewegung als die hinteren fähig sind. Damit kommen wir zugleich zum zweiten Prinzip, nach welchem die Stammgliedmaßen als Fixierungswerkzeuge benutzt werden. Es geschieht dies in der Weise, daß eine solche Gliedmaße derart gegen den Rumpf bewegt wird, daß der zwischen ihr und dem letzteren befindliche Gegenstand festgeklemmt wird. Da

häufigsten kommen aber bekanntlich in diesem Sinne wieder die Vorderextremitäten in Anwendung, da diese — ich habe zunächst unseren eigenen Körper im Auge — vermöge ihrer Lage und Beweglichkeit mit den verschiedensten Punkten des Rumpfes in Kontakt gebracht werden können. Das ganze Verhalten kann man auch so ausdrücken, daß man sagt, der Rumpf bildet mit jeder der zwei Vordergliedmaßen eine Klemmzange, bei welcher

Fig. 87.



Habicht mit seiner Beute. (Nach Pettigrew.)

aber eine Backe, der Rumpf, unbeweglich ist. Als Beweis, daß diese Art von Fixierung auch bei den Tieren vielfach praktiziert wird, führe ich nur den Seehund an, der seine Jungen in ganz ähnlicher Weise „unter die Arme" nimmt, wie wir es gelegentlich mit unseren „Kleinen" machen.

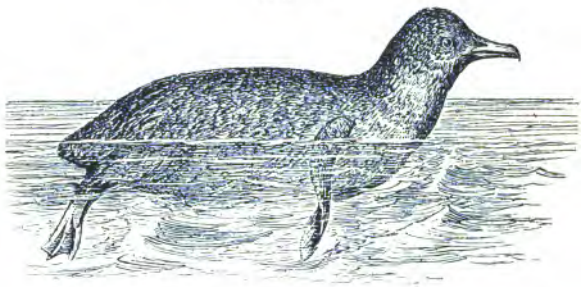
Was aber die Stammgliedmaßen zu Greif- oder Fixierungswerkzeugen im eigentlichen Sinne dieses Wortes macht, das ist

bekanntlich ein besonderer, nach dem Prinzip der Zange konstruierter Endteil, wie wir ihn beispielsweise an unserer Hand besitzen. Die Brauchbarkeit dieser Werkzeuge wird aber noch wesentlich durch die bekannte Streckbarkeit und Zusammenlegbarkeit des zugehörigen Stieles erhöht.

Nach dieser Abschweifung kehre ich wieder zu unserem eigentlichen Thema, d. i. zur Erläuterung der Arbeitsteilung zwischen den vorderen und hinteren Gliedmaßen, zurück.

Wenn wir mit dem Frosch die niederen Wirbeltiere verlassen, so sind nun zunächst die Vögel in Betracht zu ziehen, insofern bekanntlich ihre vorderen, in Flügel umgewandelten

Fig. 88.



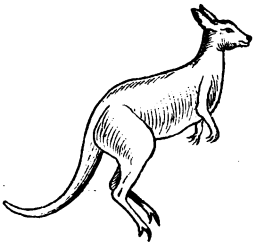
Der kleine Pinguin (Aptenodytes minor L.). (Nach Pettigrew.)

Extremitäten eine ganz andere Verrichtung als die hinteren haben. Die Betrachtung der Fig. 87, die einen mit seiner Beute dahinfliegenden Habicht veranschaulicht, lehrt uns aber, daß bei den Vögeln die Arbeitsteilung zwischen ihren Gliedmaßen noch über die Sonderung der lokomotorischen Leistungen hinausgeht. Die Hintergliedmaßen der Vögel sind nämlich nicht nur die für den Land- und Wasseraufenthalt angepaßten Bewegungsorgane, sie stellen zugleich, wie wir an den Raubvögeln und noch besser an den Papageien sehen, ausgezeichnete Greifwerkzeuge dar, auf deren interessanten Bau ich später zurückkommen werde.

Wie uns vorstehende Abbildung lehrt, giebt es aber auch solche Vögel, die hinsichtlich ihrer Stammgliedmaßen gewissermaßen wieder auf den Status der Fische zurücksinken: Ihre Vorderextremitäten sind nämlich, wie man bemerkt, weniger flügel- als flossenartig, und werden auch in der That zum Schwimmen und Tauchen gebraucht.

In keiner anderen Abteilung der Wirbeltiere erreicht aber die in Rede stehende Arbeitsteilung einen so hohen Grad als bei den Säugern, wie diese Geschöpfe denn überhaupt in bezug auf die Mannigfaltigkeit und Vollendung ihrer äußeren Werkzeuge allen anderen Wirbeltierklassen weit voran sind. Eine einigermaßen bemerkbare Anpassung der Vorderextremitäten zum eigentlichen Greifgeschäft zeigen indessen nur die sogen. Krallenträger, während bei den übrigen Abteilungen, d. i. bei den Huf-, und Meer-Säugetieren, Vorder- und Hintergliedmaßen fast ausschließlich die Ortsbewegung vermitteln.

Fig. 89.



Springendes Känguru.

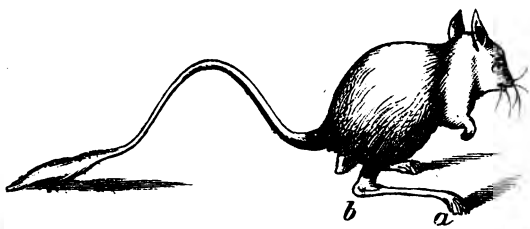
Indem ich noch vorausschicke, daß die Anpassung der vorderen Krallenextremitäten zu gewissen nicht-lokomotorischen Nebenleistungen im allgemeinen eine sehr ungleiche ist, will ich dem Leser nun ein paar Formen vorführen, bei denen die vorderen und hinteren Gliedmaßen schon auffallend stark von einander abweichen.

Vorstehende Skizze soll dem Leser zunächst das merkwürdige B[illegible] eines Känguruh in Erinnerung bringen, das er ohne Zweifel ei[nmal] in einer Menagerie zu sehen Gelegenheit hatte. Dieses G[eschöpf] zeichnet sich, abgesehen von seinem immensen Schwanz, d[urch] außerordentlich lange und kräftige Hinterfüße aus, während seine Vordergliedmaßen analog wie beim Frosch, relativ [sehr] kurz und schlank sind und speziell hinsichtlich der Bildung

des mit fünf frei beweglichen und langbekrallten Fingern versehenen Außenteiles einigermaßen an die Hand gewisser Affen erinnern.

Würden nun bei diesem Tier die eben erwähnten Vordercxtremitäten ebenso ausschließlich zum Greifen verwendet wie die hinteren zur Ortsbewegung, d. i. zum Springen, so wäre hier die Arbeitsteilung in der That eine sehr vollkommene. Dies ist indessen keineswegs der Fall, denn wenn auch die Arme gelegentlich, wenn das Tier aufrecht auf seinem als Sessel dienenden Schweif sitzt, als Klammerwerkzeuge dienen, die selbst dem Menschen gefährlich werden können, so ist diese ihre Verwen-

Fig. 90.



Wüstenspringmaus (Dipus aegypticus) a b der beim Sitzen (ähnlich wie beim Känguru) seiner ganzen Länge nach den Boden berührende stelzenartige Fußabschnitt, welcher beim Sprung aufgerichtet wird.

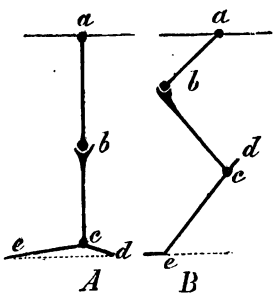
dung doch mehr nur eine exzeptionelle. In der Regel nämlich haben sie den Zweck, wenn das Tier mit eingeschlagenen Hinterfüßen weidet, den Vorderköper aufrecht zu erhalten und sind also Stützorgane.

Wesentlich anders verhält es sich mit dem sonst dem Känguruh nicht unähnlichen absonderlichen Geschöpf, das uns Fig. 90 vorführt. Auch hier sind, wie man sieht, die Hintergliedmaßen im Vergleich zu den vorderen überaus lang und dienen, wie beim Känguruh, gleichfalls ganz ausschließlich zur Fortbewegung des Körpers; der große Unterschied ist aber der, daß hier die Vordergliedmaßen Greifwerkzeuge im wahren Sinne dieses Wortes sind, indem die Hüpfmaus mit ihrer Hilfe nach Eichhörnchen

oder Affenart die Nahrung zum Munde führt und auch sonst allerlei Arbeiten verrichtet, die wir selbst mittelst unserer Hände ausführen.

Ich hoffe, der Leser wird sich nicht beleidigt fühlen, wenn ich vom Gliedmaßenapparat des Hüpfmaus direkt auf unsern eigenen übergehe, denn mögen auch die Hüpfmäuse vom Menschen sonst noch so verschieden sein, so stehen sie uns in bezug auf die Arbeitsteilung ihrer Gliedmaßen doch viel näher als die meisten anderen Tiere. Andererseits muß ich aber auch gleich hervorheben, daß der Gliedmaßenapparat des Menschen und dessen Arbeitsteilung weit vollkommener als bei der Hüpfmaus ist und will ich den Leser auch sofort auf einige der allerwichtigsten Unterschiede aufmerksam machen. Um mit den Hintergliedmaßen oder den eigentlichen Beinen zu beginnen, so zeichnen sich die unserigen vor denen der Hüpfmaus und aller übrigen Tiere mit Einschluß der Affen vor allem dadurch aus, daß sie, wie Fig. 91 veranschaulicht, beim Stehen nicht im Knie (B b) gebogen sind, sondern (A b) ganz gerade Säulen bilden, die mit dem Rumpf in eine und dieselbe Vertikallinie fallen. Mit einem Wort, während alle Tiere im aufgerichteten Zustand eine mehr hockende Position einnehmen, ist der Mensch allein vermöge der erwähnten Eigenschaften der Beine und der besonderen Art und Weise, wie dieselben den Rumpf oder das Becken tragen, einer wahrhaft aufrechten Stellung fähig. Speziell vom Hüpfmausbein unterscheidet sich dann das unserige noch ganz besonders dadurch, daß der Endabschnitt oder der eigentliche Fuß (Fig. 91, A, e c d) bei uns nicht nur mit dem Vorderteil, d. i. mit den Zehen (e), sondern auch mit dem Hinterteil oder der Ferse (d)

Fig. 91.



Zur Vergleichung der Position der einzelnen Stücke der Hintergliedmaßen beim Menschen (A) und bei der Hüpfmaus ꝛc. (B). a Hüpfgelenk. a b Oberbc Unterschenkel. d e Fuß. d Ferse. e Zehen.

den Boden berührt, während bei der Hüpfmaus die Berührung nur mit der Spitze geschieht. Die natürliche Folge dieser Verschiedenheit ist aber die, daß die Hüpfmäuse sowie alle Zehengänger in der aus der Figur ersichtlichen Stellung überhaupt nicht lange frei stehen können, sondern sich soweit niederlassen müssen, bis auch die Ferse auf den Boden kommt. Noch bedeutungsvoller als für das Stehen sind aber die angeführten Differenzen für den aufrechten Gang, der aus von selbst einleuchtendem Grunde eben nur unter der beim Menschen zutreffenden Bedingung möglich ist, daß erstens der Oberschenkel vertikal über dem Unterschenkel steht, und daß zweitens der Fuß dem gesteiften Bein einen vorderen und einen hinteren Stützpunkt darbietet. — Wie sehr sich aber auch der Mensch von einer Hüpfmaus im Bau und im Gebrauch der lokomotorischen Hintergliedmaßen unterscheidet, so besteht doch zwischen ihren Vorderextremitäten ein noch weit größerer und wichtigerer Unterschied. Ich erinnere für jetzt nur daran, daß der menschliche Arm, was ja für seine Eignung als Greiforgan von großer Bedeutung ist, verhältnismäßig viel weiter reicht als die betreffende halbverkümmerte Hüpfmausextremität, und daß dann — was das Entscheidende — der Mensch eine wirkliche, d. i. eine mit freibeweglichen Fingern und einem diesen entgegenstellbaren Daumen, versehene Hand besitzt, während das Gebilde, dem wir an der Hüpfmaus diesen Namen geben, denselben trotz der allgemeinen Übereinstimmung im anatomischen Baue doch ebensowenig als etwa unser Fuß verdient.

Daß ein Gebilde, wie der Elefantenrüssel so mannigfaltiger Bewegungen fähig ist, daß er sich wie ein Wurm wenden, drehen und aufrollen kann, verdient gewiß unsere volle Bewunderung, es kann uns dies aber doch nicht so sehr in Staunen setzen, wenn wir bedenken, daß dieser Anhang durch und durch aus einem leicht biegsamen, ja weichen Material, nämlich aus Muskeln besteht. Erwägt man aber, daß unser Arm von einer starren, wenn auch gegliederten Knoch-

axe durchzogen wird und daß er gleichwohl im wesentlichen dieselbe freie Beweglichkeit wie der weiche Elefantenrüssel besitzt — beispielsweise können wir denselben ja auch spiralig einrollen — so wird, glaube ich, wohl jeder zugeben, daß wir es mit einem in vieler Hinsicht weit merkwürdigeren mechanischen Kunstwerk zu thun haben. Oder setzen denn die vielseitigen Drehungen und Krümmungen des Armes nicht ein bewundernswertes System von Gelenken voraus, und muß nicht auch die Anordnung der Muskeln, welche dieses Hebelwerk in Bewegung setzen, eine überaus kunstvolle sein? Nun erwäge man aber noch ferner, daß der Arm als solcher, den wir mit dem Elefantenrüssel vergleichen, strenge genommen nichts weiter als der Stiel des eigentlichen Greifwerkzeuges, d. i. der Hand ist und daß letztere vermöge ihrer fast über alle Vorstellung kunstreichen Gliederung ein Instrument darstellt, mit dem wir eine Anzahl mechanischer Arbeiten vollbringen, die der Elefantenrüssel, so geschickt derselbe auch sonst sein mag, nie und nimmer mehr zu wege bringt.

Doch lassen wir nun diese allgemeinen Betrachtungen; denn wie sinnreich der in Rede stehende Mechanismus ist, wird uns ja ohnedem erst beim näheren Studium der einzelnen Teile klar. —

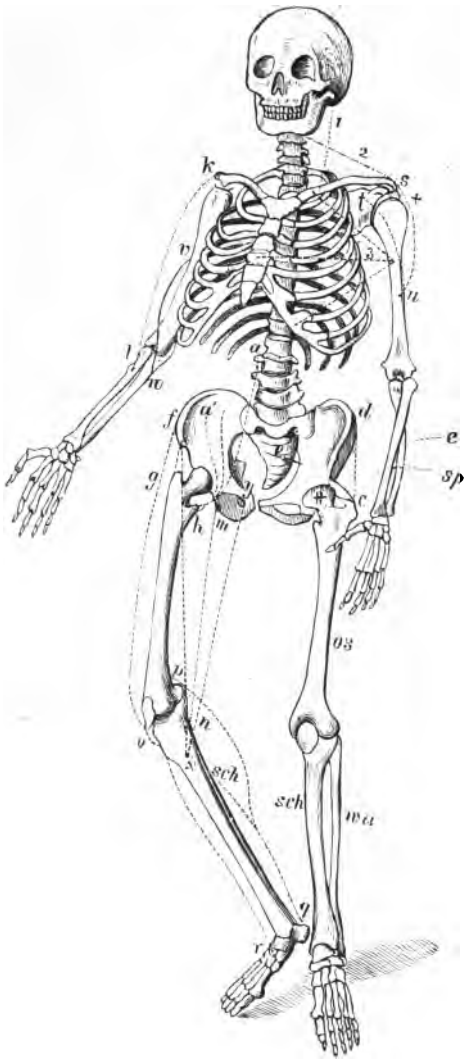
Bei allen besseren künstlichen Werkzeugmaschinen findet man bekanntlich die Einrichtung, daß das Lager der Axe, um welche sich ein Hebel oder ein anderer Maschinenteil, z. B. ein Wellrad dreht, verschoben werden kann; diese Stellapparate lassen aber in der Regel, so z. B. beim Schlittenlager, nur eine sehr beschränkte Verschiebung zu. Eine solche Stellvorrichtung besitzt nun, wie man z. T. schon von früher weiß, auch unser Arm, de :n Lager bekanntlich das Schulterblatt ist. Dieser Stella arat des Arms, das kann man ohne Übertreibung sagen, ist al r viel kunstvoller als irgend ein künstlicher. Das betreffende A nlager, d. i. die Schulter, kann nämlich, wie jeder an sich zu beobachten Gelegenheit hat, nicht nur gehoben und gesenkt, n hinten und nach vorn bewegt werden, sondern es ist noch

vieler anderer Verschiebungen fähig. Wie wichtig aber diese vielseitige Verstellbarkeit des Armlagers ist, erhellt schon daraus, daß sie dem Arme die Möglichkeit gewährt, im Bedarfsfalle nach den verschiedensten Richtungen weiter zu reichen, als es ihm seine eigene Länge gestattet. Beispielsweise sei nur daran erinnert, wie sehr es uns zu statten kommt, daß wir, wenn ein sehr hoch liegender Gegenstand zu ergreifen ist, die Schulter hinaufziehen können.

Wie es denn aber kommt, daß das Schulterblatt nach verschiedenen Richtungen bewegt werden kann, wird der Leser bald verstehen, wenn er einmal an einem passenden Präparat die zugehörige Muskulatur in Augenschein nimmt. Das Schulterblatt ist nämlich von einem Kreis von Muskeln umgeben, die es, je nach Bedarf, bald da bald dorthin ziehen und eventuell auch so feststellen, als ob es mit dem Stammskelette fest verwachsen wäre.

Nach dem Gesagten dürfte dem Leser ferner auch klar werden, warum die Schulter eine so breite Platte bildet und außerdem auf der Außenseite mit einem hohen Kamm versehen ist. Es handelt sich dabei lediglich darum, den erwähnten Muskeln die nötige Ansatzfläche zu gewähren. Desgleichen wird man jetzt nicht mehr den Brustkorb, dessen Seiten die Schultern aufliegen, als bloßes Schutzgitter für die Lungen oder als Pumpmaschine für die Atembewegungen betrachten, sondern man wird in den Rippen, sowie an den Dornfortsätzen der zugehörigen Wirbel zugleich feste Stützen für den Ursprung der einzelnen Schulterstellmuskeln erblicken, von denen ich nun ein paar der allerwichtigsten kurz bezeichnen will. Ein solcher ist zunächst der in nachstehender Figur mit 2 bezeichnete Kappenmuskel. Derselbe spannt sich zwischen der oberen Spitze, dem sogen. Acromion des Schulterblattes (s) und dem Hals aus und hilft ersteres hinaufziehen. Zum Teil die entgegengesetzte Wirkung hat der große vielzackige Sägemuskel, der vom Schulterblatt zum unteren und vorderen Teil des Brustkorbes geht. Dann sei noch der

Fig. 92.



Skelett des Menschen mit einigen durch Punktlinien angedeuteten Hauptmuskeln.
t Schulter.
s Schlüsselbein.
u Oberarm.
e Elle.
sp Speiche.
1. Schlüssel-Warzenbeinmuskel(cleidomastoideus)
2. Kappenmuskel (cucullaris).
3. Großer Brustmuskel (pectoralis major).
stu Deltamuskel (deltoideus).
kl zweiköpfiger Speichenbeuger (biceps).
vw Ellenbeuger (flexor ulnae).

Rhombenmuskel erwähnt, der die Schulter nach hinten gegen die Wirbelsäule zieht.

Zunächst noch ein paar Worte über das Verhalten des Schultergürtels, wenn der Arm durch ein schweres Gewicht belastet ist.

Da der Arm mit der Schulter ein Ganzes bildet — nur ein ganz kolossaler Zug könnte ihn von derselben losreißen — so ergiebt sich von selbst und unsere Figur macht dies noch deutlicher, daß die Schulter und mit ihr auch das fest damit verbundene Schlüsselbein herabgezogen wird und ferner, daß dadurch unter Vermittelung des Brustbeins und der Rippen ein abwärts gehender Zug auf die Wirbelsäule ausgeübt wird. Diesem Zug wirkt aber einerseits die Spannkraft der Bänder (am Brustbein und an den Wirbeln) und andererseits die Kontraktion gewisser Muskeln entgegen. Zu den letzteren gehört außer dem schon erwähnten Kappenmuskel (2), der am Ende des um das Brustbein sich drehenden Schlüsselbeinhebels angreift u. a. noch der mit 1 bezeichnete Schlüsselwarzenbeinmuskel, der, wie leicht einzusehen, die Armbelastung auf den Kopf, beziehungsweise auf die Kopfstreckmuskeln überträgt.

Wenden wir uns nun zum Arm selbst, den wir uns zunächst vollkommen gesteift, oder was dasselbe ist, nur durch den Oberarm vertreten, denken wollen. Wie jeder an sich beobachten kann, läßt sich dieser Hebel vermöge der uns schon bekannten Beschaffenheit seines seichten Schulterpfannengelenkes nach so vielen Richtungen bewegen oder drehen, daß es schwer hält zu sagen, welche Stellung er nicht einzunehmen fähig ist. Der leichteren-Übersicht wegen wollen wir aber zunächst nur zwei durch das Schultergelenk gelegte Bewegungsebenen ins Auge fassen, nämlich eine von vorn nach hinten gehende vertikale Ebene, die man kurz als sagittale zu bezeichnen pflegt und dann eine horizontale, welche also bei gesenkten Schultern quer durch den oberen Teil des Brustkorbes geht.

Beginnen wir in der ersteren oder in der gewöhnliche

Pendelebene mit jener Stellung, bei welcher der Arm gerade nach oben gerichtet ist, lassen denselben dann heruntersinken und heben ihn dann auf der Rückseite, soweit wir es bei größter Anstrengung vermögen, wieder in die Höhe, so stellt sich heraus, daß er ungefähr drei Viertel eines Kreises zu beschreiben vermag. Warum der Arm aber im normalen Zustand nicht den Kreis vollenden oder mit andern Worten hinten ebenso hoch als vorn gehoben werden kann, wird der Leser am Skelett selbst sofort begreifen. Der Grund liegt hauptsächlich in dem kappenartigen Dach des Schultergelenkes, das vorn einen Ausschnitt trägt, während es hinten als Sperrvorrichtung dient.

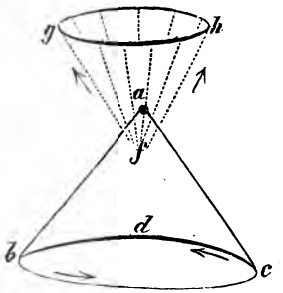
Fast ebenso groß wie in der vertikalen ist die Beweglichkeit des Armes in der horizontalen Ebene. Gehen wir von der Stellung aus, wo der Arm gerade nach vorne gehalten wird, so sind von dieser Position aus zwei Wendungen ins Auge zu fassen. Der Arm kann erstens der Brust genähert werden — man bezeichnet diese Bewegung als Anziehung oder Adduktion — und er kann dann zweitens, was man Abziehung oder Abduktion nennt, von der angegebenen Mittelstellung aus nach seitwärts und weiterhin noch so weit nach hinten gedreht werden, bis er mit der eben erwähnten Anfangsrichtung eine Gerade bildet. Die so mannigfaltigen übrigen Bewegungen des Oberarms lassen sich alle auf eine Verbindung der angegebenen zwei Grundmotionen zurückführen.

Nun noch ein paar Andeutungen über den Muskelapparat, der die so überaus mannigfaltigen Bewegungen des Oberarms hervorbringt. Zunächst halte man sich gegenwärtig, daß alle in Rede stehenden Muskeln nicht weit unter dem Gelenkkopf des Ober-
-mes angreifen, und ferner, daß dieselben rings um den Ober-
n so verteilt sind, daß sie in ihrer Gesamtheit eine Art von
ichter bilden, wobei sich die meisten dieser Muskeln von ihrem
igriffspunkt gegen die Peripherie, d. i. gegen den Rand des
ichters flügelartig ausbreiten. Zur Anheftung dieser zahl-
hen Muskeln dient aber sozusagen der ganze Brustkorb mit

Einschluß des Schulterblattes und des Schlüsselbeines und hat speziell das letztere neben seinen anderen Zwecken auch die Aufgabe, den für die Anziehungs- und Hebungsmuskeln notwendigen Stützapparat ergänzen zu helfen.

Über ein paar dieser Oberarmmotoren wollen wir uns mit Hilfe der obigen Figur etwas näher orientieren. Ein solcher ist u. a. der große Brustmuskel (vgl. Fig. 92, 2), der mit der breiten Basis vom Brustbein und den vorderen Rippenteilen ausgeht. Es ist klar, daß derselbe den Arm anzieht, d. i. gegen die Brust bewegt. Ein zweiter wichtiger Motor ist der Deltamuskel, der oben an der Schulter und am Acromion (bei t und s) entspringt und am ruhenden oder hängenden Arm lotrecht zum letzteren (u) herabsteigt. Eine Verkürzung dieses Muskels muß offenbar den Arm gerade in die Höhe heben. Denken wir uns außer dem eben genannten gleichzeitig auch noch den Anzieh- oder Brustmuskel wirksam, so ergeben diese beiden Komponenten eine Resultierende, welche schief von unten und außen nach oben und innen geht, also eine Stellung, wie sie der Oberarm einnimmt, wenn wir z. B. mit der rechten Hand das linke Ohr ergreifen. — Ein anderer höchst wichtiger Armmotor wäre dann noch der sog. breiteste Rückenmuskel, der hinten von den Rückendornen und den Rippen entspringt und den Oberarm, je nachdem sich seine obere oder untere Partie zusammenzieht, bald mehr nach rückwärts, bald mehr nach unten bewegt. —

Fig. 93.

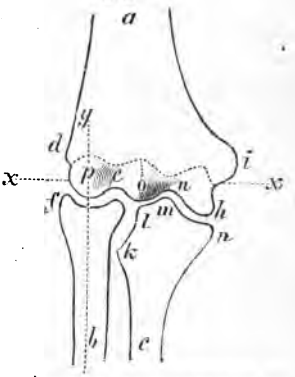


Zur Erläuterung der Radbewegung des Oberarmes. a Schultergelenk. ab, ac ꝛc. verschiedene Stellungen des Oberarmes. gf, hf ꝛc. Diverse von der Schulter und vom Rumpf zum Oberarm gespannte Muskeln.

Eine der merkwürdigsten Evolutionen des Oberarmes ist bekanntlich die sog. Radbewegung, wobei aber der genannte Hebel (Fig. 93 a b) keineswegs die Fläche eines Kreises, sondern viel-

mehr den Mantel eines bald spitzeren, bald stumpferen Kegels (Fig. 93 a b d c e) beschreibt, dessen Spitze (a) das Schultergelenk bildet, und ich brauche wohl nicht zu sagen, wie sehr die oben erwähnte und in unserer Figur schematisch dargestellte trichterförmige Anordnung der (durch die Punktlinien angedeuteten) Muskeln mit dieser Bewegungsweise harmoniert. Was aber an diesem Drehapparat, der in der Mechanik nicht seinesgleichen hat, unsere besondere Bewunderung erregt, das ist die Raschheit und Präzision, mit der die einzelnen Muskeln der Reihe nach sich gegenseitig unterstützen und ablösen.

Fig. 94.



Schema eines Längsdurchschnittes des Ellbogengelenkes beim Menschen. a Oberarm. b Speiche (radius). c Elle (ulna). d äußerer Gelenkknorren (condylus ext.) zum Ansatz der zum Vorderarm und zur Hand gehenden Streckmuskeln. i innerer Knorren (c. int.) für die betr. Beuger. y b Axe, um welche sich die Speiche (mit der Hand) dreht. x x Axe, um welche die Beugung und Streckung stattfindet. p Köpfchen (capitulum). o n Rolle (trochlea). l m n C förmiger Ausschnitt (cavitas sigmoidea). m Leiste in der Mitte desselben, die in die Rinne (o) der Rolle hineinpaßt. l k seitliche Gelenkgrube der Elle (c. sigmoidea minor) zur Aufnahme des Speichenköpfchens.

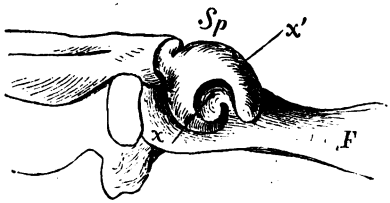
Während sich der Oberarm, wie wir eben gehört haben, dadurch auszeichnet, daß er in bezug auf den Knochen, an dem er eingelenkt ist, die allerverschiedensten Stellungen annehmen kann, ist das Verhältnis des Unterarmes zu seinem Träger, d. i. zum Oberarm insofern ein ganz anderes, als sich ersterer nur, ähnlich wie die Klinge eines Taschenmessers, um eine einzige Achse drehen kann. So einfach aber auch zunächst diese Beuge- und Streckbewegung erscheint, so setzt dieselbe doch ziemlich komplizierte Einrichtungen voraus, von denen ich dem Leser, so gut es sich in kurzem thun läßt, eine nähere Vorstellung geben möchte. — Was das Verhältnis zwischen Ober- und Unterarm verwickelter als bei einer gewöhnlichen Scharniervorrichtung macht, das ist vor allem der Umstand, daß letzterer —

eine höchst eigenartige Konstruktion! — aus zwei parallelen Stäben, der Elle (ulna) und der Speiche besteht. An unserer früheren Fig. 92 (S. 137) noch besser aber am natürlichen für die richtige Erkenntnis dieser Dinge absolut nicht zu entbehrenden Skelett wird der Leser bezüglich dieses merkwürdigen Doppelhebels vor allem bemerken, daß bei ruhig herabhängendem Arm die Speiche sp innen, die Elle e dagegen außen liegt und ferner, daß erstere oben schmal beginnt und unten an der Hand so breit wird, daß sie letztere eigentlich ganz allein trägt, während die Elle sich gerade umgekehrt verhält, d. h. oben am Ellbogen breit beginnt und unten an der Hand, wo sie die Kleinfingerseite einnimmt, nur eine kleine mit einem kurzen Stielfortsatz versehene Gelenkfläche hat. Kehren wir nun vorläufig zum Ellbogengelenk zurück, so ist zunächst klar, warum auch das betreffende Ende des Oberarmes zwei gesonderte Gelenkflächen besitzt, nämlich eine äußere für die Elle und eine innere für die Speiche. Fig. 94 — ein durch die Beugungsachse gelegter Längsschnitt des Ellbogengelenkes, an dessen Oberarmteil a jedoch zugleich auch die Außenansicht der Gelenkflächen angedeutet ist — soll dies dem Verständnis näher bringen. Wie man sieht, besitzt das Oberarmende in der That zwei Gleitbahnen, eine breitere o n h für die Elle und eine schmälere p für die Speiche b; man bemerkt aber, daß keine derselben eine gewöhnliche Scharniergelenk- oder Cylinderfläche ist, denn erstere hat die Form einer mit einer tiefen Rinne versehenen Rolle (trochlea) und führt auch in der That diesen Namen, während letztere ein kugelförmig abgeschliffenes Köpfchen darstellt. Um zunächst bei der Rolle zu bleiben, so läßt uns die obige Figur erkennen, daß in die erwähnte Ringfurche derselben eine kongruente Leiste der Elle m hineinpaßt. Durch diese ebenso einfache als sinnreiche Konstruktion wird, was für den exakten Gang eines Scharniergelenkes von größter Wichtigkeit ist, einer seitlichen Verschiebung der aneinander hingleitenden Knochen vorgebeugt. Schlägt man in die erwähnte Führungsleiste m der Elle einen kurzen spitzen Stift und dreht letztere dann um die Rolle herum, so zeigt sich, daß

die an derselben eingeritzte Ganglinie nicht einer Kreis- sondern einer Spiralkurve angehört. Beistehende Fig. 95, welche die Sprungbeinrolle Sp eines Faultieres zeigt, soll dem Leser dann ferner veranschaulichen, daß diese eigentümlichen, insbesondere von Prof. Langer studierten Spiralrollen vielfach geradezu die Gestalt einer Schraubenmutter besitzen, in welche der andere Knochen wie eine Spindel hineingetrieben wird.

Gehen wir nun auf das Speichengelenk (Fig. 94 p) über, so wird uns die Bedeutung seiner kugelförmigen Abrundung sofort klar, wenn wir erfahren, daß sich die Speiche b nicht nur um die quere Scharnierachse z x dreht, sondern daß sie zugleich

Fig. 95.

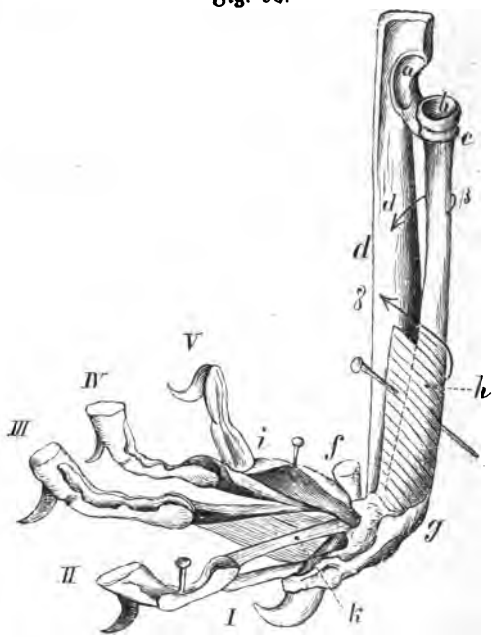


Linke Fußwurzel des 3zehigen Faultiers (Bradypus 3-daotylus) nach Prof. Langer.
sp Sprungbein mit spiralig gebrehter Rolle. xx Axe, um welche sich das Schienbein dreht.
F Ferse.

um ihre eigene Längsachse rotiert. Wie aber letzteres geschieht, darf ich leider, so interessant auch die betreffende Einrichtung ist, nur mit wenigen Worten andeuten. — An Fig. 92 sieht *man*, daß uns die eine Hand den Teller oder die sogen. Volarfläche, die andere dagegen die Rückenseite zukehrt, und diese Stellungsverschiedenheit der Hand ist eben eine Folge der Drehung der Speiche, mit der sie unter Umständen ein einheitliches Ganzes bildet. Die Figur zeigt nämlich, daß rechts, wo der Daumen n h außen gekehrt oder in Supinationsstellung sich befindet, a h die Speiche l in bezug auf die Elle dieselbe Lage einnimmt, w rend links, wo die Hand mit dem Daumen einwärts gerollt i (Pronation) die Speiche die entgegengesetzte Position hat, d. h. d Elle kreuzt. — Eine solche um die feststehende Elle sich

drehende Speiche resp. Hand, hat sich aber keineswegs erst beim Menschen entwickelt, sondern findet sich schon bei seinen Vorläufern, und wollen wir uns einige weitere Details speziell an dem beistehend abgebildeten Katzenarm ansehen. Man beachte

Fig. 96.



Vorderarm und Hand der Katze. d Elle. c Speiche. h Muskel zum Einwärtsrollen d. Speiche (pronator quadratus). Die Drehung erfolgt in der Richtung des Pfeiles $h\gamma$. Der Pfeil $\beta\alpha$ bezeichnet die durch den Auswärtsroller (supinator) erzeugte Speichendrehung. (Original)

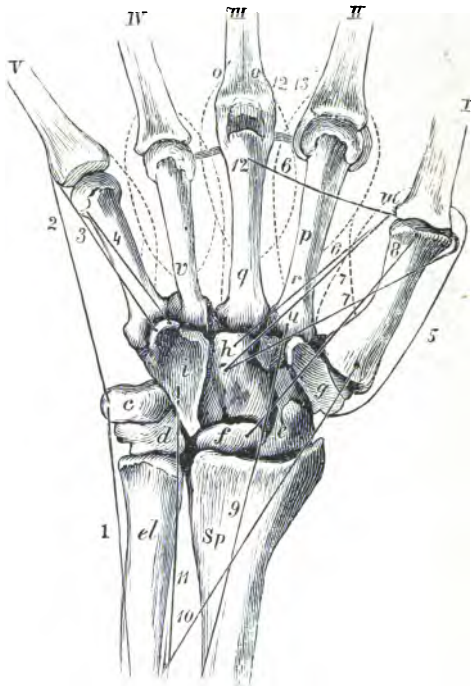
hier zunächst an der Elle d die C förmigen Gelenkflächen , welche in die Rolle eingreifen, und dann darunter das von eine t hübschen Ringband c umschlossene Speichenköpfchen mit sein r zum früher erwähnten Oberarmgelenk passenden napfförn = gen Aushöhlung. Das Interessanteste an diesem Präpar t

ist aber der die Elle und Speiche in querer oder tangentialer Richtung verbindende Muskel h, der nach einem schon früher entwickelten Prinzip bei festgehaltener Elle die Wirkung hat, daß er die Speiche in der Richtung des Pfeiles γ herumdreht. Außer diesem Einwärtsroller (Pronator) giebt es aber auch einen Auswärtsroller (Supinator), dessen Lage die Linie $\alpha\,\beta$ andeutet. Führen wir am Katzenarm die Rotation der Speiche wirklich aus, so ergiebt sich aber insofern ein Unterschied im Vergleich zu unserem Radius, als der Drehungswinkel bei weitem nicht 180°, sondern kaum einen Rechten beträgt und noch ungünstiger ist das Verhältnis bei vielen anderen Säugern.

Wenn mich im Verfolge meiner schwierigen Aufgabe auch schon wiederholt die Furcht beschlich, ich könnte den Erwartungen des Lesers nicht entsprechen, so war dieselbe doch nie so groß, wie im gegenwärtigen Moment, wo ich ihm auf wenigen Seiten den Mechanismus der Hand klar machen soll; denn dieses Organ aller Organe, wie es schon Aristoteles nannte, besteht aus nicht weniger als 27 separaten Knochen, die durch 40 Muskeln in Bewegung gesetzt werden und ich glaube, man kann wohl ohne weiteres behaupten, daß keine künstliche Maschine auch nur annähernd einen so komplizierten Bau wie dieses natürliche „Werkzeug" besitzt. Trotz aller Schwierigkeiten wird es mir aber vielleicht mit Hilfe etlicher, eigens für unsere Zwecke entworfener Abbildungen doch gelingen, dem Leser an diesem wundervollen Apparat wenigstens soviel klar zu machen, daß er das Bedürfnis empfindet, sich das zum vollen Verständnis Fehlende aus anderen Schriften zu ergänzen.

Mit Hilfe nachstehender Fig. 97 wolle man sich vor allem
it den Hauptteilen des Skelettes der hier von der Teller- oder
olarfläche sichtbaren (rechten) Hand bekannt machen. Es sind
s die Handwurzel, die Mittelhand und dann die Finger oder
halangen. Die Handwurzel ist unstreitig weitaus das kom-
zierteste Tiergelenk, denn es setzt sich aus nicht weniger denn

Fig. 97.



Skelett der menschlichen Hand von der Beuge- oder Volarfläche mit Andeutung einiger der wichtigsten Muskeln, die teils durch ausgezogene, teils durch punktierte Linien bezeichnet sind. (Die Muskeln wird der Leser mit besserem Vorteil erst später sich ansehen.)

Skelettteile. el Elle. sp Speiche. d dreieckiges Bein (os triquetrum). f Mondbein. (o. lunatum). e Kahnbein (naviculare). c Erbsenbein. i Hackenbein (hamatum). h Kopfbein (capitatum). k kleines viereckiges Bein (multangulum minus). g großes viereckiges Bein (mult. majus). I bis V die fünf Knochenstrahlen der Hand bestehend aus der Mittelhand (metacarpus) und den nur teilweise sichtbaren Fingern. I Daumen. V Kleinfinger.

Muskeln. 1 Handwurzelbeuger der Ellenseite (flexor carpi ulnaris). 2 Abzieher des kleinen Fingers (abductor digiti minimi). 3 Kleiner Kleinfingerbeuger (flexor brevis). 4 Gegensteller des Kleinfingers (opponens dig. min.). 5 Kleiner Abzieher des Dau[m]s (abductor pollicis brevis). 6 Anzieher des Daumens adductor p.). 7 Kurzer Daumenb[eu]r (flexor poll. brevis). 8 Gegensteller des Daumens (opponens). 9 Handwurzelbeuger [d]r Speichenseite (flexor carpi radialis). 10 Langer Abzieher der Daumens (abductor poll. l[on]gus). 11 Langer Hohlhandmuskel (palmaris longus). 12 Zwischenknochenmuskeln des H[an]drückens (interossei dorsales). 13 Handknochenmuskel des Handtellers (volares). (Orig[.])

acht in eine vordere und hintere Reihe geordneter und durch ein höchst verwickeltes Bänderwerk verknüpfter Knöchelchen zusammen, die sich, abgesehen von ihren vielen facettenartigen Gelenkflächen noch durch allerlei scheinbar ganz unbedeutende, in Wirklichkeit aber für den Ansatz der Muskeln und die Führung der zahlreichen über sie weglaufenden Sehnen höchst wichtige Fortsätze und Unebenheiten auszeichnen. Diese Knöchelchen sind: das dreieckige Bein d, das Mondbein f, das Kahnbein e, — letzteres mit einem Höcker, dann das große vieleckige Bein g — gleichfalls mit einer Muskelhandhabe, weiteres: das kleine viereckige Bein a, das Kopfbein h und endlich das Hakenbein i. Außerdem ist noch als, wie wir bald hören werden, sehr wichtige Beigabe an der Kleinfinger (V)-Seite das Erbsenbein (c) zu erwähnen. Über den Nutzen dieses ganzen Apparates, an dem aber weitaus das Merkwürdigste die nur am natürlichen Objekt richtig zu würdigenden Bänder und Säcke sind, brauche ich wohl nichts zu sagen; denn es leuchtet ja von selbst ein, daß ein solches vielgliederiges Gelenk, sowohl der Hand als Ganzes betrachtet als insbesondere den vorn angefügten Fingerträgern oder Mittelhandknochen eine freiere und feinere Bewegung gestattet als ein einziges vollkommen starres Verbindungsstück.

Wenden wir uns nun zum zweiten Handteil, d. i. zur Mittelhand (Metacarpus). Dieselbe besteht aus fünf langen stabförmigen Knochen, die aber, was für die Bildung der Hohlhand wichtig, nicht gerade, sondern etwas gekrümmt sind.

Besieht sich der Leser das Skelett einer Bärentatze oder einer anderen vollfingerigen Säugerhand — die der Affen ausgenommen — so wird er bemerken, daß hier alle fünf Mittelhandstäbe ähnlich wie die analogen Teile unseres Fußes in einer und elben Ebene liegen, und lehrt ferner die Besichtigung der komten Hand dieser Tiere, daß dieselben durch Muskeln und ndmasse zu einer festen einheitlichen Platte verbunden sind. sentlich anders verhält es sich nun mit der Hand des Menschen (zum Teil) der Affen, insofern hier nur die zu den eigent-

lichen Fingern gehörigen vier Mittelhandstäbe eine feste Platte bilden, während der fünfte, nämlich der den Daumen tragende Knochenstab, etwas abseits steht und gegen die übrigen mit großer Leichtigkeit bewegt werden kann. Mit einem Wort beim Menschen hat sich der erste Finger von den übrigen emanzipiert und bildet gewissermaßen, wie dies auch der griechische Daumennamen *αντιχειρ* ausdrückt, eine Art von Gegenstück, die die ganze Hand erst zu dem macht, was sie ist, nämlich zu einer wahren Greifzange. Die freie Beweglichkeit des Daumenträgers beruht aber auf folgendem. Zunächst ist derselbe, wie die Betrachtung der eigenen Hand lehrt, mit dem Träger des benachbarten oder Zeigefingers nicht der ganzen Länge nach durch Zwischengewebe vereinigt, sondern es findet sich zwischen ihnen ein tiefer nur durch eine leicht nachgiebige Hautfalte überspannter Einschnitt. Noch wichtiger ist die Art seiner Einlenkung an der Handwurzel. Während nämlich die anderen vier Mittelhandknochen an der Basis nicht nur mit den respektiven Handwurzelknochen, sondern auch, wie Fig. 97 zeigt, untereinander sehr fest verbunden sind, sitzt der Daumenträger auf dem vieleckigen Bein, ähnlich wie der Reiter auf dem Sattel, d. h. er kann sich nicht nur in einer, sondern in zwei aufeinander senkrechten Ebenen bewegen. Eine dieser Daumenbewegungen geht in der Richtung gegen den kleinen Finger, mit dem der Daumen wie mit jedem anderen eine Zange formieren kann und heißt die Gegenstellung oder Opposition; die andere dagegen besteht darin, daß der Daumenträger dem Zeigefingerträger genähert oder von demselben entfernt wird, was man als An- und Abziehung bezeichnet. —

Relativ das einfachste Verhalten bieten die eigentlichen Hebel der Hand d. s. die Finger dar, welche, den nur zweigliederigen Daumen ausgenommen, aus drei einander sehr ähnlichen aber gegen die Spitze kürzer werdenden Stäbchen oder Phalangen bestehen. Letzteres Wort hat hier auch in seiner Grundbedeutung einen guten Sinn, nämlich den, daß die Finger wie

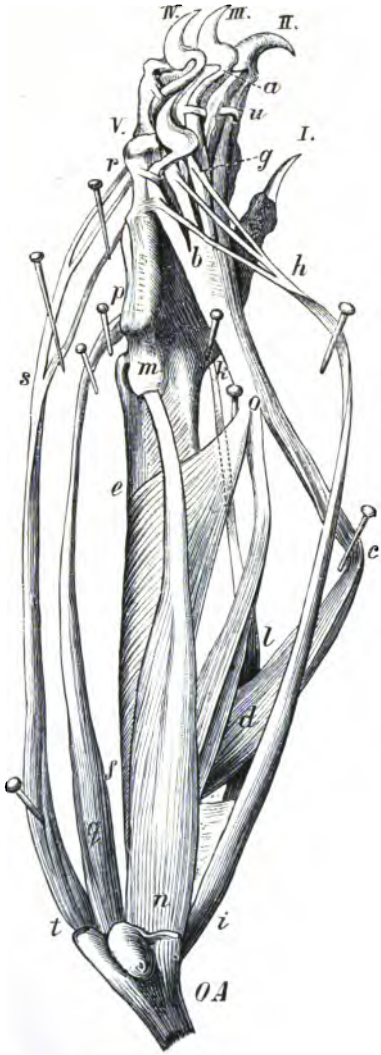
mehrere in einer Reihe oder Phalanx aufgestellte Krieger bereit dastehen, um einander bei jeder ihrer wartenden Operation oder Arbeit zu unterstützen und eventuell, wenn einer derselben zu sehr ermüdet ist, sich auch gegenseitig abzulösen. Vergleicht man an einer skelettierten Hand das Gelenk, welches das Grundglied eines Fingers mit dem Mittelhandknochen bildet, mit den Gelenken der Fingerglieder selbst, so bemerkt man einen beachtenswerten Unterschied. Ersteres ist nämlich, wie Fig. 97, 2, 3 zeigt, ein freies Pfannengelenk, wobei das Grundglied die Pfanne und der Mittelhandknochen den Kopf bildet; letztere dagegen sind allerdings sehr seicht gehende Rollengelenke. Dem entspricht nun auch zum Teil wenigstens die Bewegungsweise. Die mit einem Rollengelenk versehenen Fingerglieder können nämlich bekanntlich nur gegeneinander gebeugt und gestreckt werden; die mit einer Pfanne artikulierenden Grundglieder hingegen lassen außer der Beugung auch noch eine freilich geringe Trichterbewegung zu, wie man ja insbesondere bei völlig festgehaltener Hand mit der Spitze des gesteiften Zeigefingers leicht einen Kreis beschreiben kann.

Wie sinnreich aber auch das in flüchtigen Umrissen skizzierte Hebelsystem der Hand sein mag, so lernen wir den über alle Beschreibung kunstvollen Bau dieses Werkzeuges doch erst dann gebührend würdigen, wenn wir alle die zahlreichen Zugvorrichtungen oder Muskeln kennen lernen, welche die fast unzähligen verschiedenen Bewegungen derselben hervorbringen, und betrachte ich es daher als meine ganz besondere Aufgabe, dem Leser gerade von diesem Apparat eine möglichst klare Anschauung zu verschaffen.

Zur ersten Orientierung über das ganze Ensemble der Handmuskeln dürfte nachstehende Abbildung Fig. 98 nicht unpassend sein; denn gehört das Präparat auch einer Katze an, so sind doch, wie sich später zeigen wird, die Hauptverhältnisse mit Ausnahme der Daumenmuskulatur genau so wie beim Menschen, und gewisse Abweichungen haben auch ihr Lehrreiches.

Vor allem richte man sein Augenmerk auf jene Muskeln, die

Fig. 98.



Vorderarm und Hand der Katze von der Beugeseite. OA Oberarm. I. Daumen. V Kleinfinger. ihg oberflächlicher Fingerbeuger (flexor digitorum sublimis s. perforatus). h Gemeinsame Sehnenplatte, die sich in die zu den einzelnen Figuren gehenden Bänder spaltet. dco, lo, feo aus mehreren Strängen bestehender tiefer Beugemuskel der Finger (flexor digit. profundus s. perforans). b Gemeinsame Sehnenplatte. a Ende der Sehnen. u Haltbändchen der Sehnen (tenacula tendinum). ilk innerer Speichenmuskel (flexor carpi radialis internus). nm Ellenbein-Handwurzelbeuger (flexor carpi ulnaris). qp Ellenbein-Handwurzelstrecken (extensor carpi ulnaris). tsr Gemeinschaftlicher Fingerstrecker (extensor digitorum communis.

(Original.)

an der Wurzel der Hand angreifen und diese also als Ganzes bewegen. Ein solcher ist zunächst der Muskel n m, der, weil er, auf der Beugefläche und zugleich auf der Seite der Elle resp. des Kleinfingers (V) liegt, den Namen Ellenbeuger führt. Seine Wirkung ergiebt sich aus der Figur: er beugt die Hand, bildet also daraus einen Haken, neigt sie aber zugleich auch auf die Seite hinüber, eine durch die pfannenartige Aushöhlung des breiten Handendes der Speiche und der Elle ermöglichte Doppelbewegung, die wir an der eigenen Hand leicht nachmachen können. Der Sekundant des Ellenbeugers ist der Muskel i l k, der wegen seiner Lage auf der Speichenseite innerer Speichenmuskel heißt, und ausschließlich nur beugend oder flektierend wirkt. Dagegen sieht der Leser im Muskel q p den Antagonisten des Ellenbeugers, der im Verein mit einem hier nicht sichtbaren zweiten Muskel auf der Speichenseite die gebeugte Hand wieder gerade streckt.

Die übrigen Zugbänder, welche hier noch zu sehen sind, dienen, wie man aus ihrer vorderen Anheftung erkennt, ausschließlich nur zur Bewegung der Finger und zwar steht zwei gesonderten Beugemuskeln i h und f e o h nur ein einziger Streckmuskel t s r gegenüber. Wichtig ist der Ursprung dieser Fingerstreck- und Beugemuskeln. Sie gehen nämlich nicht, wie man auf Grund gewisser analoger Verhältnisse erwarten sollte, von der Mittelhand oder von der Handwurzel, sondern teils vom Unterarm teils sogar noch höher oben von den Seitenknorren des Oberarmes aus, und überspringen also zum Teil zwei Haupt- und mehrere (an der Hand befindliche) Nebengelenke. Dieses Verhalten hat aber seinen gewichtigen Grund. Sie erlangen nämlich dadurch jene ganz außerordentliche Stärke, die wir leicht an uns selbst erproben können, wenn wir beispielsweise mit der rechten Hand versuchen, einen mit aller Gewalt eingefangenen Finger der Linken auszustrecken.

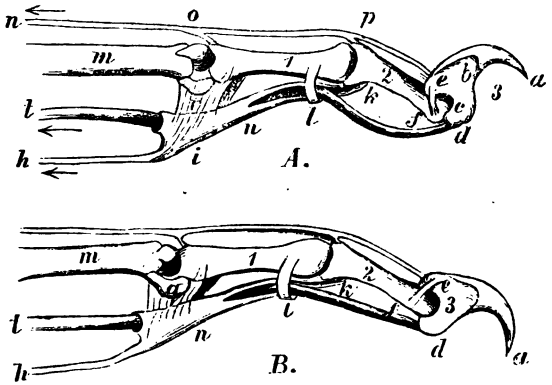
Daß die die Finger in Bewegung setzenden Hauptmuskeln in weiter Entfernung von diesen, beziehungsweise am Arme sich

befinden, kann der Leser auch, namentlich wenn er mager ist, an sich selbst beobachten. Beugt und streckt man nämlich abwechselnd eine Phalange, am besten den Zeigefinger, so sieht man, wie oberhalb der Handwurzel der hart unter der Haut liegende Muskelbauch auf- und niedergeht. Noch deutlicher ist aber in der Regel das Spiel der am Handrücken rippenartig vorspringenden Streckbänder. An eines muß ich noch gleich erinnern, daß nämlich die am Arm entspringenden Fingermuskeln nicht als solche auf die Hand übergehen, sondern nur mit Hilfe langer dünner Zugschnüre oder Sehnen, wie z. B. der große Fingerbeugemuskel f e o schon in beträchtlichem Abstand von der Hand (hier unter o) den bekannten Fleischencharakter annimmt. Letztere Einrichtung ist aber insofern höchst ökonomisch, als die dünnen Sehnen sehr wenig Platz in Anspruch nehmen und daher auch auf den Fingern, ohne sie plump und unbeweglich zu machen, viele solcher Zugschnüre verlaufen können.

Kehren wir nun wieder zur näheren Musterung der einzelnen Fingermuskeln und zwar zunächst zu den Beugern zurück. Wie unsere Figur lehrt, haben dieselben das Gemeinsame, daß sie beide in eine breite sehnige Platte (h und b) übergehen, von welcher dann erst die eigentlichen, zu den Fingern laufenden Fleischen ihren Ursprung nehmen. Wie man sieht, ist aber bei der Katze hinsichtlich der Stärke des oberen und unteren Beugers ein sehr großer Unterschied. Der obere Beuger (i h), der an den Grund- und Mittelgliedern der Finger angreift, ist auffallend schwächer als der untere oder der sogen. tiefliegende Flexionsmuskel, der die End- oder Krallenglieder bewegt. Den Grund dieser Verschiedenheit wird man aber leicht erkennen, wenn man bedenkt, daß es an den Katzenfingern ja eben die Krallen sin die mit großer Energie gebeugt oder eingehakt werden. Beso ders interessant ist aber die Art der Kreuzung zwischen d Sehnen des hoch- und tiefliegenden Fingerbeugers, die wir u an nachstehender Fig. 99 etwas näher betrachten müssen. M hat hier eine Vorderzehe der Katze und zwar bei A im Zusta

wo die Kralle (3) zurückgezogen oder gestreckt und bei B, wo sie gebeugt ist. Zunächst beachte man bei A die Sehne des hochliegenden Fingerbeugers h. Dieselbe geht bei i, wo sie mit der Sehne des tiefliegenden Beugers (t) sich verbindet, in eine röhrenförmige Scheide über, durch welche, — gewiß eine höchst sinnreiche Konstruktion! — die andere dickere Sehne hindurchschlüpft. Diese Scheide bleibt aber nur auf eine kurze Strecke geschlossen, dann spaltet sie sich oben (bei m) in zwei Schenkel,

Fig. 99.



Mechanismus der Finger- und Krallenbewegung der Katze. A Kralle (a) zurückgezogen B eingehackt oder gebeugt. m Mittelhandknochen, 1 erstes, 2 zweites, 3 End- oder Krallenglied des Fingers. e Streck- c Beugehebelarm der Kralle. ef elastisches Krallenband zum Zurückziehen. nope Strecksehnen. hik durchbohrte Sehne des oberflächlichen Beugemuskels. td Sehne des tiefliegenden Beugers. q rollenartiges Sesambein, über welches die Beugesehnen laufen. (Original.)

welche letztere sich an der Mittelphalange (2) anheften, während sich die andere Sehne unten am kürzeren Hebelarm (d) des Krallengliedes ansetzt. Nun wird dem Leser auch klar sein, weshalb man den Beuger des Mittelgliedes m. perforatus, d. h. den (an der Sehne) durchbohrten, den anderen aber m. perforans, d. h. den durchbohrenden Muskel nennt. Daß die in Rede stehenden Sehnen aber in der That die Finger einhaken, kann man sich leicht überzeugen, wenn man dieselben anzieht. Thut

man dies zunächst mit dem durchbohrenden Zugstrang t, wobei man die Knochenstäbe g und i fixieren muß, so wird die in A nach unten gekrümmte Vorderstrecke 1 d straff gespannt (B) und bei noch stärkerem Zug die Kralle herabgezogen. Hierbei wird man ferner bemerken, daß gleichzeitig auch und ohne daß man die obere Sehne (h) anrührt, das Mittelglied (2) etwas gebeugt wird. Diese Mit- oder Zwangbewegung, welche wir auch an unseren Fingern beobachten können — wir sind absolut nicht imstande, das Nagelglied ganz für sich allein zu beugen — hat aber ihren Grund in dem zum Festhalten der Sehnen am Mittelglied dienenden schlingenartigen Haltbändchen (l), welches, wenn die Krallenbeugesehne angespannt wird, einen Zug nach unten erfährt. Eine analoge Zwangbewegung bewirkt auch ein stärkerer Zug des Mittelgliedbeugers, indem er, vermöge des aus der Figur ersichtlichen Befestigungsbandes r auch das Grundglied (1) beugt, für das nicht nur bei der Katze, sondern auch bei uns gar kein separater Beugemuskel vorhanden ist. — Nebst dem möchte ich an unserer Figur noch auf ein paar andere Dinge hinweisen. Zunächst auf die Sehne n des Streckmuskels. Dieselbe giebt, wie man sieht, an jedes der drei Fingerglieder einen dünnen Strang ab, und streckt somit, was bekanntlich auch an unserer Hand der Fall ist, die letzteren alle auf einmal aus. Zweitens beachte man das äußerst elastische, am längeren Krallenhebelarm befestigte Seitenbändchen e f, welches bei der Beugung (B) stark angespannt wird und dann die Kralle wieder zurückzieht. Endlich wäre noch das zwischen dem Mittelhandknochen und dem Grundglied unten angebrachte Sesambein q zu erwähnen. Dasselbe stellt gewissermaßen eine Rolle vor, um den darüber weglaufenden Beugesehnen eine günstigere Angrif richtung zu geben.

Doch lassen wir nun die Katzenpfote und machen wir u mit Hilfe beistehender Fig. 100 endlich auch mit den Hau eigentümlichkeiten im Bewegungsmechanismus unserer Hand kannt, die hier abermals von der Hohl- oder Beugefläche

sehen. Zunächst wird der Leser in dem auf der Kleinfingerseite des Vorderarmes befindlichen Muskel f ohne weiteres den sogen. Ellenbeuger wieder erkennen, da sich derselbe im wesentlichen ganz so wie bei der Katze verhält. Ihm vis-à-vis bemerkt man dann ferner den Speichenstrecker — richtiger den an der Speiche liegenden Handstrecker — d, der bei c auf die hier nicht sichtbare Rückenfläche umbiegt. Zwischen den genannten zwei Strängen springt dann ein großer platter Muskel a b hervor, der vor der Handwurzel vier separate Zugschnüre, 2, 3, 4 und 5 abgiebt, die sich weiter nach vorn bis zum Fingermittelglied (II, o) verfolgen lassen. Beachten wir, daß aus jeder dieser Sehnen auf dem Grundglied (II, r) eine andere bis zur Fingerspitze (bei p) laufende Flechse heraustritt, so wird der Leser auch wissen, daß er den oberflächlichen Fingerbeuger vor sich hat. Hier zeigt sich aber der erste wichtige Unterschied im Vergleich zur Katze. Während nämlich bei letzterer die Sehnen vor ihrem Eintritt in die Hand zu einer einheitlichen Platte verschmelzen und somit eine Kontraktion des zugehörigen Muskels notwendig alle Finger zugleich beugen muß, bleiben dieselben hier getrennt, und dem verdanken wir es auch, daß wir, was für die Brauchbarkeit der Hand für verschiedene Arbeiten, wie z. B. zum Klavierspielen von größter Tragweite ist, jeden Finger für sich beugen können. Allerdings sind diese Fingerbewegungen nicht ganz unabhängig voneinander, indem es sich z. B. beim Einschlagen des Mittelfingers der Ringfinger nicht nehmen läßt, es seinem Nachbar gleich zu thun. Weil wir schon bei diesem Thema sind, will ich den Leser auch gleich daran erinnern, daß die Finger in Bezug auf die

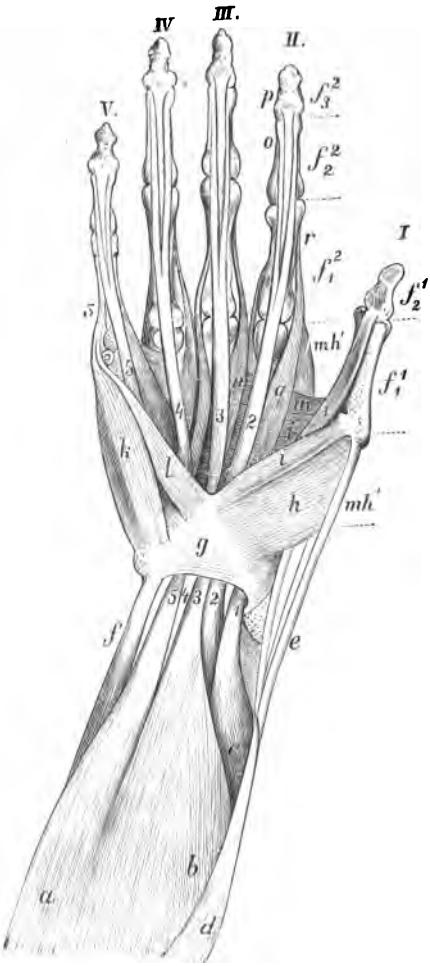
reckbewegung in noch größerer Abhängigkeit voneinander
), indem es ja eine gewisse Übung erfordert, den Mittel-
'ger auszustrecken, ohne auch die übrigen mitzuziehen. Letz-
es hat aber zum Teil darin seinen Grund, daß die Streck-
nen der einzelnen Finger an ihrer Basis durch ein System
1 Seitenbändern verknüpft sind. Von anderen am Arm ent-

springenden Zugvorrichtungen wäre zunächst noch der neben den Fingerbeugern entspringende Daumenbeuger c, 1 zu beachten, der hier, wie man sieht, nicht am vorletzten, sondern am letzten Glied angreift, und dann ferner die Sehne e jenes Muskels, der den Daumen nach außen bewegt oder, wie man sagt, von der Hand abzieht.

Unsere Figur dient aber vor allem zur Veranschaulichung der bisher noch gar nicht berührten Handmuskeln im engeren Sinne, ich meine jener Zugvorrichtungen, die auch hinsichtlich ihres Ursprunges der Hand angehören. Von diesen — und man darf sagen, daß sie, weil auf einen kleineren Raum zusammengedrängt, hinsichtlich ihrer Anordnung noch weit interessanter als die übrigen sind — fällt uns zunächst der auch äußerlich als „Daumenballen" erkennbare große Muskel h in die Augen, der mit breiter Linie am Mittelhandknochen des genannten ersten Fingers (mh') angreift und indem er denselben vom Grunde an den anderen Fingern nähert, die Hand eben zur Hand macht. Der hart darüber gelegene andere Muskel i hat scheinbar denselben Zweck, da er aber nicht am Mittelhandknochen, sondern am ersten Glied des eigentlichen Daumenfingers sich ansetzt, kann er offenbar nur eine Beugung des letzteren bewirken, und sei noch eigens darauf aufmerksam gemacht, daß die benachbarten drei Finger keinen solchen „kurzen" Beuger haben. Wichtig ist dann ferner noch der unter den genannten Zugvorrichtungen verborgene flügelartige Muskel m, der sich teils am Mittelhandknochen des Fingers III, teils an der Handwurzel (vgl. Fig. 97, 6 h) ansetzt und den Daumen dem genannten, resp. dem Zeigefinger nähert. Er ist also der sogen. Anzieher.

Analog dem Daumen, der an unserer Figur den rechten Flügelmann der Fingerreihe vorstellt, nimmt auch der Kleinfinger — d. i. der linke Flügelmann — nur in weit geringerem Grade in bezug auf seinen Bewegungsapparat eine gewisse Sonderstellung ein. Zunächst besitzt er, wie unsere Figur und auch die Betrachtung der eigenen Hand lehrt, eine Art Ball-

Fig. 100.



Muskeln der menschlichen Hand von der Beugeseite, nach D'Alton. I. Daumen. II. Zeigefinger. III. Mittelfinger. IV. Ringfinger. V. Kleinfinger. f^1_1 Grundglied des Daumens. f^2_1 Grundglied des Zeigefingers. mh' Mittelhandknochen des Daumens. ab gemeinschaftlicher oberflächlicher Beugemuskel des 2. bis 5. Fingers. 2. 3. 4. 5. zugehörige Sehnen.

c langer Daumenbeuger.

i Sehne desselben.

d langer Speichenstrecker d. Hand.

e Sehne des langen Daumenabziehmuskels.

f Ellenbeuger der Handwurzel.

g Sehnenplatte der Hohlhand.

h Gegensteller des Daumens.

i kurzer Daumenbeuger.

k Abzieher des kleinen Fingers.

l kurzer Beuger d. kleinen Fingers.

m Anzieher des Daumens.

n Stelle, wo sich die hohle Sehne des oberflächlichen Fingerbeugers in zwei Äste spaltet.

o Stelle, wo sich letztere inserieren.

p wo sich die Sehnen des tiefen Fingerbeugers ansetzen.

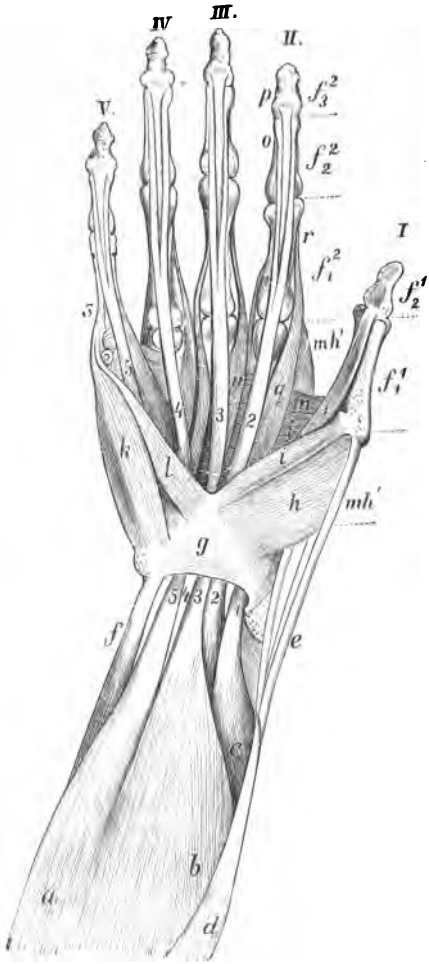
q r Zwischenknochenmuskeln.

ſpringenden Zugvorrichtungen wäre zunächſt noch der neben den Fingerbeugern entſpringende Daumenbeuger c, 1, zu beachten, der hier, wie man ſieht, nicht am vorletzten, ſondern am letzten Glied angreift, und dann ferner die Sehne e jenes Muskels, der den Daumen nach außen bewegt oder, wie man ſagt, von der Hand abzieht.

Unſere Figur dient aber vor allem zur Veranſchaulichung der bisher noch gar nicht berührten Handmuskeln im engeren Sinne, ich meine jener Zugvorrichtungen, die auch hinſichtlich ihres Urſprunges der Hand angehören. Von dieſen — und man darf ſagen, daß ſie, weil auf einen kleineren Raum zuſammengedrängt, hinſichtlich ihrer Anordnung noch weit intereſſanter als die übrigen ſind — fällt uns zunächſt der auch äußerlich als „Daumenballen" erkennbare große Muskel h in die Augen, der mit breiter Linie am Mittelhandknochen des genannten erſten Fingers (m h') angreift und indem er denſelben vom Grunde an den anderen Fingern nähert, die Hand eben zur Hand macht. Der hart darüber gelegene andere Muskel i hat ſcheinbar denſelben Zweck, da er aber nicht am Mittelhandknochen, ſondern am erſten Glied des eigentlichen Daumenfingers ſich anſetzt, kann er offenbar nur eine Beugung des letzteren bewirken, und ſei noch eigens darauf aufmerkſam gemacht, daß die benachbarten drei Finger keinen ſolchen „kurzen" Beuger haben. Wichtig iſt dann ferner noch der unter den genannten Zugvorrichtungen verborgene flügelartige Muskel m, der ſich teils am Mittelhandknochen des Fingers III, teils an der Handwurzel (vgl. Fig. 97, 6 h) anſetzt und den Daumen dem genannten, reſp. dem Zeigefinger nähert. Er iſt alſo der ſogen. Anzieher.

Analog dem Daumen, der an unſerer Figur den rechten Flügelmann der Fingerreihe vorſtellt, nimmt auch der Kleinfinger — d. i. der linke Flügelmann — nur in weit geringerem Grade in bezug auf ſeinen Bewegungsapparat eine gewiſſe Sonderſtellung ein. Zunächſt beſitzt er, wie unſere Figur und auch die Betrachtung der eigenen Hand lehrt, eine Art Ballen-

Fig. 100.



Muskeln der menſchlichen Hand von der Beugeſeite, nach D'Alton.

I. Daumen. II. Zeigefinger. III. Mittelfinger. IV. Ringfinger. V. Kleinfinger. f^1_1 Grundglied des Daumens. f^2_1 Grundglied des Zeigefingers. mh' Mittelhandknochen des Daumens. ab gemeinſchaftlicher oberflächlicher Beugemuskel des 2. bis 5. Fingers. 2. 3. 4. 5. zugehörige Sehnen.

c langer Daumenbeuger.

i Sehne desſelben.

d langer Speichenſtrecker d. Hand.

e Sehne des langen Daumenabziehmuskels.

f Ellenbeuger der Handwurzel.

g Sehnenplatte der Hohlhand.

h Gegenſteller des Daumens.

i kurzer Daumenbeuger.

k Abzieher des kleinen Fingers.

l kurzer Beuger d. kleinen Fingers.

m Anzieher des Daumens.

n Stelle, wo ſich die hohle Sehne des oberflächlichen Fingerbeugers in zwei Äſte ſpaltet.

o Stelle, wo ſich letztere inſerieren.

p wo ſich die Sehnen des tiefen Fingerbeugers anſetzen.

q r Zwiſchenknochenmuskeln.

muskel k, der aber, da sein Angriffspunkt oben am Finger selbst, bei s liegt, während sich der Ansatzpunkt außerhalb des zugehörigen Mittelhandknochens, nämlich am Erbsenbein (vgl. Fig. 97, 2) befindet, offenbar den Finger nicht den anderen gegenüberstellt, sondern im Gegenteil, wie namentlich die letzt citierte Figur deutlich macht, denselben nach außen zieht. Dafür korrespondiert aber der darüber befindliche Muskel l vollkommen mit seinem vis-à-vis am Daumen i: es ist nämlich auch ein „kurzer" Beuger. Alle die bisher erwähnten Handmuskeln gehen von einem die Hohlfläche der Handwurzel bedeckenden äußerst kunstvoll geflochtenen Flechsenband g aus, das zugleich den darunter wegziehenden Beugesehnen einen ausgezeichneten Schutz und Halt verleiht.

Da hinsichtlich der Seitwärtsbewegungen der Finger bisher ausschließlich nur der Daumen und der Kleinfinger genannt wurde, könnte es den Anschein gewinnen, als ob die übrigen Endhebel der Hand einer solchen Lageveränderung nicht fähig wären, sondern bloß gebeugt und gestreckt werden könnten. Dem ist aber bekanntlich nicht so, denn wir können ja sämtliche Finger nach Belieben auseinanderspreizen und wieder zusammenschließen, oder, was dasselbe ist, wir sind im stande, aus je zwei benachbarten Fingern eine Zange zu bilden, welche letztere unter anderem, wenn wir das Unglück hätten, keinen Daumen zu besitzen, auch zum Halten und Führen des Schreib- oder Zeichenstiftes verwendbar wäre. Ungemein sinnreich ist der Apparat, der diesen Fächerbewegungen der Finger zu Grunde liegt. Das Hauptprinzip desselben besteht darin, daß (vgl. Fig. 97) an beiden Seiten des Mittelhandknochens jedes Fingers ein Muskel (Fig. 12, q o) entspringt, der das Gelenk zwischen Mittelhand und Finger überbrückt und sich (bei o) an den letzteren ansetzt. Begreiflicherweise zieht dann der an der Daumenseite liegende Muskel (o q) den Finger eben dorthin, während der auf der andern Seite (o' q) ihn gegen den Kleinfinger bewegt. Dieselbe Figur lehrt dann ferner, daß der Seitwärtswender der Kleinfingerseite (o' q) außer der einen Wurzel q noch eine zweite am ben-

barten Mittelhandbein v besitzt, die offenbar eine günstigere Zugwirkung gewährt. — Da die in Rede stehenden Muskeln die Spalten zwischen den Mittelhandbeinen ausfüllen — die Trennung der letzteren ist ja gerade wegen dieser Muskeln notwendig — so bezeichnet man sie als Zwischenknochenmuskeln und werden dieselben wieder in solche des Handrückens und der Handfläche unterschieden.

Wenn der Leser an seiner Hand die Länge der freien Finger einerseits oben und andererseits unten vergleicht, so wird er bemerken, daß sie an letzterer Fläche beträchtlich kürzer sind. Diese Ungleichheit ist nun aber insofern von großer Wichtigkeit, als dadurch der sogen. Handteller um ein beträchtliches Stück verlängert wird, wobei man noch bemerken wolle, daß die Querfurche des letzteren, längs welcher er sich umstülpen oder zum Schöpflöffel krümmen läßt, genau mit der hinteren Knöchelreihe oder mit der Ursprungslinie der Finger zusammenfällt. An beistehend abgebildeter Gorillahand sind die in Rede stehenden Hautfalten zwischen den Grundgliedern der Finger noch weit länger wie bei uns, was aber offenbar der freien Beweglichkeit der letzteren Eintrag thut. Die Hand des Gorilla führe ich dem Leser aber auch deshalb vor, damit er sich überzeuge, daß sein zwerghafter Daumen in der That den ihm von Eustachius beigelegten Namen pollex liculus, d. i. „lächerlicher Stummel" verdient, und daß sonach eng genommen auch seine Hand gar keine wahre Hand ist. —

Fig. 101.

Linke Hand des Gorilla von der Rückenfläche. (Nach Brehm.)

Äußerst praktisch erweist sich dann u. A. auch die Ungleichheit in der Länge der einzelnen Finger. Ballen wir nämlich die Hand zur Faust, so sehen wir, daß die eingehakten Finger

eben wegen ihrer sehr ungleichen Länge sich genau an den Ballen des Daumens anschließen und wird ferner jeder von selbst bemerken, wie prächtig auch der letztere zum Ganzen paßt.

Da schon von der geballten Hand oder der Faust die Rede ist, darf wohl auch daran erinnert werden, daß wir an derselben eine sehr gewaltige natürliche Waffe besitzen, die namentlich durch ihre nach auswärts gekehrten Knöchelreihen höchst nachdrucksvoll werden kann. Die Hand hat aber auch, und damit wollen wir schließen, eine weiche und nicht allein durch ihre Wärme, sondern auch durch den sanften Druck ihrer elastischen Kissen oft sehr wohlthuende Fläche und so kann des Dichters Wort über die harmonische Vereinigung des Starken und Milden füglich auch für sie gelten.[12])

* * *

Nachdem wir einigermaßen mit dem Mechanismus unserer Hand bekannt geworden, wollen wir nun eine kurze Umschau über die analogen Werkzeuge der einzelnen Wirbeltierklassen halten.

Unter den Säugetieren giebt es Geschöpfe, die — ich meine nämlich die Affen — im wesentlichen dasselbe handartige Greifwerkzeug wie wir besitzen. Indessen wissen wir schon von früher, daß das Hauptstück einer echten Hand, d. i. der Daumen, bei ihnen niemals die Vollkommenheit erreicht, die es an unserer Hand besitzt. Außerdem zeichnet sich letztere vor der Affenhand noch durch eine weit freiere Beweglichkeit der einzelnen Finger aus. Was dagegen die entsprechenden Gliedmaßenenden der übrigen Säuger betrifft, so entsprechen dieselben im allgemeinen einer daumenlosen Hand, die in mechanischer Beziehung nichts anderes als ein aus mehreren gleichen Parallelstücken zusammengesetzte Klammerhaken ist.

Damit soll aber nicht gesagt sein, daß etwa manche dieser Werkzeuge zum Erfassen und Festhalten verschiedener Gegenstände in ihrer Art und namentlich für die Zwecke d

betreffenden Tiere minder geeignet als unsere Hand seien; denn der fehlende oder schlecht entwickelte Daumen wird vielfältig durch andere Eigenschaften ersetzt. Einen solchen Ersatz bietet zunächst schon die bloße Verlängerung der Finger, wie wir sie bei gewissen Affen, z. B. beim Orang und Gibbon (Fig. 102) und außerdem noch bei vielen anderen Säugern antreffen, indem sich in diesem Falle die Finger auch um dickere Objekte zu einem vollständigen Ring schließen können. Noch allgemeiner und wichtiger ist dann in dieser Hinsicht die für die große Mehrheit der Säuger und der Wirbeltiere überhaupt charakteristische Ausrüstung der Fingerenden mit langen spitzigen Hornfortsätzen,

Fig. 102.

Hand des Gibbon mit stark verlängerten Fingern aber kurzem Daumen.

Fig. 103.

Hand des zweizehigen Faultiers (Choloepus dactylus) mit sehr langen hackenförmigen Krallen, zum Umklammern der Baumzweige.

den Krallen. Diese interessanten und wie ich gleich beisetzen will, auch für die Gliedmaßenenden der Insekten, Krebse und anderer Gliedertiere charakteristischen Gebilde haben speziell bei den Säugern in der Regel allerdings nur einen lokomotorischen Wert, indem sie namentlich das Klettern oder — wie beim Faultier — das Sichaufhängen erleichtern, bei vielen Säugern knüpfen sich an sie aber auch, wie wir im folgenden sehen werden, manche dere mechanische Verrichtungen.

Eine besonders wichtige Rolle spielen die bekrallten Gliedßen zunächst bei den katzenartigen Raubtieren, und zwar in ppelter Hinsicht. Sie gestatten nämlich erstens ein bequemes ngen und Niederreißen der Beuteobjekte und sie haben dann zwei-

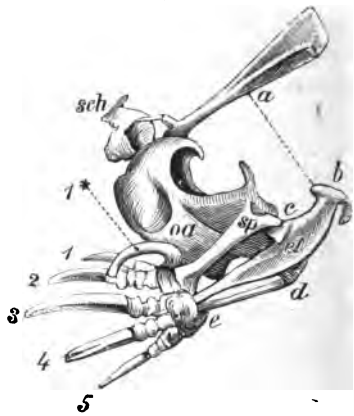
tens ähnlich wie die langen Klauen der Raubvögel die Aufgabe, während die Kiefer mit dem Zerteilen oder Zerfleischen der Beute beschäftigt sind, die letztere festzuhalten oder zu fixieren.

Nicht minder praktisch sind dann die bekrallten Gliedmaßen zum Scharren und Graben, wobei sie aber je nach der Beschaffenheit des Materials, das sie zu beseitigen oder zu zerteilen

Fig. 104.

Linke Vordergliedmaße des Gürteltieres (Dasypus).
a Schulterblatt.
b Oberarm.
c Elle mit sehr langem Ellbogenfortsatz (Olecranon) zum Ansatz des kräftigen Streck- oder Scharrmuskels (a c).
d überaus lange und starke Scharrkrallen.

Fig. 105.



Linke Vordergliedmaße des Maulwurfs. a Schulterblatt. s c h Schlüsselbein. o a Oberarm. s p Speiche. e l Elle mit langem Fortsatz b zum Ansatz des kräftigen Streck- oder Scharrmuskels (a b). d e federnde Sehne zwischen Oberarm und Hand. 1 Daumen. 1* hackenförmige Neben-Kralle. (Original.)

haben, sehr verschieden zugerichtet sind. Beispielsweise beim Ameisenbär (Fig. 78, S. 117), der sich ihrer zum Unterminieren und Zerbröckeln der oft steinharten Termitenbauten bedient, erinnern sie an die spitzen starken Piken der Bergleute und einen ähnlichen Charakter zeigen sie u. a. auch beim Gürteltier. Speziell beim letzteren (Fig. 104) erreichen die Grabkrallen eine ganz enorme Größe und Stärke — sie sind länger als die Hand selbst — und dies erklärt uns auch die geradezu frappierende Geschwindig

keit, mit der diese Tiere, wenn sie verfolgt werden, einen geräumigen Zufluchtsstollen auswerfen.

Die allerinteressantesten Grabinstrumente, die es giebt, sind aber unstreitig die Vorderfüße des Maulwurfes, die wir uns mit Hilfe beistehender Fig. 105 etwas genauer betrachten wollen. Die Fähigkeit in härteres Erdreich einzudringen verdanken dieselben selbstverständlich wieder den krallenartigen Hornscheiden der Fingerenden, letztere zeichnen sich aber keineswegs, wie bei den früher besprochenen Grabtieren, durch besondere Stärke aus.

Was die Maulwurfshand so interessant und zur raschen Wegschaffung großer Erdmassen geeignet macht, das ist ihre große Breite. Letztere ist aber namentlich auch dadurch bedingt, daß zu den fünf Fingern gewissermaßen noch ein sechster, nämlich die mit 1* bezeichnete an der Daumenseite gelegene Hornsichel hinzukommt. Eine Art Pendant zu diesem überzähligen Finger ist dann eine zur Elle (el) und Speiche (sp) hinzutretende dritte Unterarmstütze (e d), die allerdings nur einen flechsenartigen Charakter hat, wegen dieser ihrer Eigenschaft aber und vermöge ihrer Verbindung mit den Beugesehnen der Finger zugleich als Springfeder wirkt. Indem ich bezüglich der diese Grabschaufel bewegenden immensen Muskeln auf Fig. 32, S. 56 verweise, möchte ich den Leser nur noch auf den ungewöhnlich langen und außerdem noch mit einer besonderen T förmigen Handhabe versehenen Ellenbogenfortsatz (b) aufmerksam machen. Diese Verlängerung, die übrigens auch beim Gürteltiere (Fig. 104 c) stark hervortritt, ist offenbar darauf berechnet, die Wirkung jenes starken Muskels (a b) zu erhöhen, der den Arm mit der zu überwindenden Last nach hinten zieht.

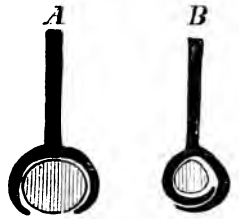
Wer je zu beobachten Gelegenheit hatte, wie ein Papagei mit Hilfe eines seiner Beine eine dargebotene Frucht umklammert, dem wird es, glaube ich, ganz selbstverständlich erscheinen, daß *man* die in Rede stehenden Gliedmaßen, trotzdem sie unseren Füßen — aber auch den Hinterhänden der Affen! — entsprechen, unter die Kategorie der Greifwerkzeuge stellt. Es erinnert aber

nicht nur der Gebrauch, ſondern auch der Bau der Vogelfüße vielfach an eine wahre Hand. Man beachte zunächſt nur das eine, daß die vier Zehen des Vogelfußes — eine fünfte giebt es merkwürdigerweiſe bei dieſen Geſchöpfen nicht — wenn wir ge-

Fig. 106.

Reisſtärling aus Nordamerika (Dolichonyx oryzivorus). (Nach Brehm.) v die 3 Vorderzehen. h die Hinterzehe. l der Lauf.

Fig. 107.

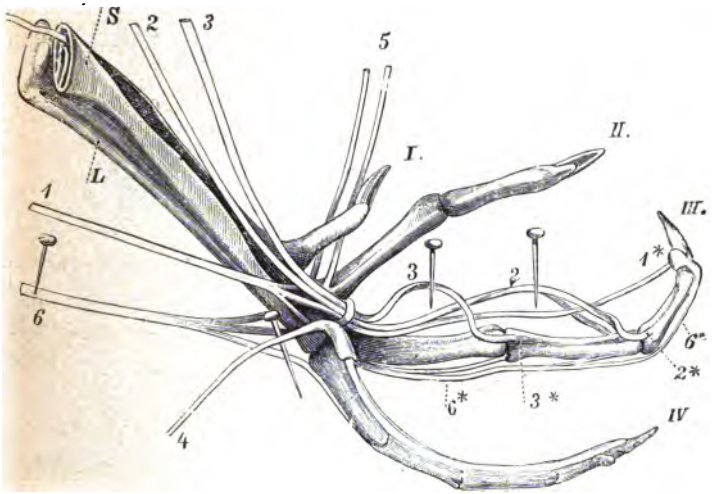


Schema der durch die Zehen des Vogelfußes gebildeten Klammerzange.
A beim Umfaſſen dickerer,
B dünnerer Objekte.

wiſſe Waſſervögel ausnehmen, niemals in einer Ebene liegen, inde wenigſtens eine derſelben (Fig. 106h) den übrigen als soge Hinterzehe gegenübergeſtellt iſt, und daß wir es alſo faktiſch m einer wahren Klammerzange zu thun haben. Dieſe natürlich

Klammerzangen der Vögel besitzen aber eine weit vollkommenere Konstruktion, als man sie bei irgend einem künstlichen Werkzeug dieser Art antrifft. Ihr großer Vorzug liegt darin, daß die bogenförmig gekrümmten zwei Backen der Zange derart übereinandergreifen, daß sie (Fig. 107) Gegenstände von sehr verschiedener Dicke ringförmig umspannen können. Speziell bei den Raubvögeln

Fig. 108.

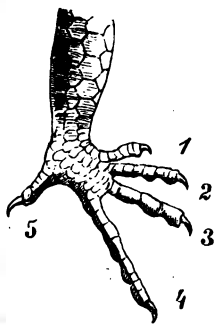


Rechter Fuß der Ente von der Beugeseite nach Entfernung der Schwimmhaut. L Lauf. I—IV Zehe. S häutige Scheide zur Aufnahme der Beugesehnen. 1 Beugesehne des 1. oder Krallengliedes der Zehe (profundus s. perforans). 1* Ansatzstelle. 2 Beugesehne des 2., 3 Beugesehne des 3. Gliedes (perforatus primus et secundus). 4 u. 5 Beugesehnen der Nachbarzehen. 6. Sehne des gemeinschaftlichen Streckmuskels der Zehen. 6* Endabschnitt derselben an der längsten Zehe. (Original.)

treten dann zu den Zehengliedern bekanntlich noch starke spitze Sichelkrallen, die Fänge hinzu, die oft so lang oder noch länger s die Zehen selbst sind. Wenn ich oben durchblicken ließ, daß n sich bei der Konstruktion guter Klammerzangen den Greiffuß s Vogels zum Muster nehmen sollte, so muß ich jetzt andererts dem Leser mit Hilfe der beistehenden Figur 108 klar machen, ein derartiger Mechanismus, wie ihn der letztere darbietet,

für den gewöhnlichen Handgebrauch viel zu kompliziert wäre. Man beachte diesfalls u. a. nur, daß allein zur Beugung der langen Mittelzehe, die bei den Vögeln um ein Glied mehr als bei den Säugetieren besitzt, drei Zugschnüre, 1*, 2 und 3, vorhanden sind, wovon die letzteren ausschließlich nur dieser Zehe angehören, während die erste nur ein Abzweiger eines größeren Seiles (1) ist, der nebstbei noch an die zwei Nachbarzehen einen Strang abgiebt. Interessant ist das dem Laufknochen (L) hinten anliegende häutige Rohr S, das, nach Art einer Kabelumhüllung

Fig. 109.



Rechter Hinterfuß einer amerikanischen Eidechse (Ameiva vulgaris). 1—4 Vorderzehen. 5 Hinterzehe.

Fig. 110.

Linker Vorderfuß eines Chamäleons.

für jedes der vielen in ihm eingeschlossenen Zugbänder eine gesonderte Scheide bildet.

Noch flüchtiger als die Greifgliedmaßen der Säuger und Vögel muß ich — die Fische haben dergleichen überhaupt nicht — jene der Reptilien und Amphibien abthun. Fig. 109, die den rechten Hinterfuß einer südamerikanischen Eidechsengattun nämlich einer Ameive zeigt, soll dem Leser zunächst na legen, daß die Reptilien zum Teil ganz ähnliche, d. i. n einer separaten Hinterzehe versehene Klammerfüße, wie die Vög haben, was insofern nicht überraschend ist, als sich die Reptili von den Vögeln wesentlich nur durch die Art der Ha

bedeckung unterscheiden sonst aber denselben viel näher stehen als etwa den Amphibien oder Lurchen, mit denen sie noch immer vielfach zusammengeworfen werden. Wenn ich aber den Hinterfuß der Ameive, trotzdem er vorwiegend nur ein Kletterwerkzeug ist, hier nenne, so geschieht es deshalb, weil sich das Tier desselben gelegentlich auch zu anderen mechanischen Verrichtungen, so z. B. was dem Leser vielleicht neu sein dürfte, zum Fegen oder Kratzen des Kopfes bedient.

VII. Kapitel.

Die paarigen Stammgliedmaßen in ihrer Eigenschaft als Werkzeuge der Ortsveränderung.

Jene Schwärmer, die angesichts der großartigen Fortschritte, welche der Maschinenbau macht, glauben, daß es mit der Zeit auch gelingen werde, die von der Natur erfundenen Maschinen nachzuahmen, weisen mit besonderer Vorliebe auf jene in ihrer Art gewiß bewundernswerten Einrichtungen hin, die, wie der Dampfwagen und das Dampfschiff, sich selbst und mit ihnen noch andere Körper in eine fortschreitende Bewegung setzen. Bei nüchterner Betrachtung der ganzen Sachlage muß man aber sagen, daß es gerade die Vergleichung der künstlichen Lokomotionsapparate mit den bei den Tieren vorkommenden Bewegungsvorrichtungen ist, die uns jeder Hoffnung beraubt, daß jene Träume je Wirklichkeit annehmen werden. Oder frage ich, was für ein unlenksames und starres Ding ist es nicht um die beste Straßenlokomotive, wenn wir derselben zum Beispiel den Mechanismus einer von Fels zu Fels springenden Gemse gegenüberstellen.

Speziell die Lokomotionsmaschinen der Wirbeltiere besitzen ıber, wie ich gleich zeigen werde, außer den übrigen Vorzügen ın der Regel namentlich eine Eigenschaft, durch die sie sich in hervorragender Weise vor den künstlichen Selbstbewegungsapparaten uszeichnen.

Jedem Leser ist es sattsam bekannt, daß die Dampfschiffe nicht über Land gehen und daß umgekehrt die Dampfwagen auch nicht zur Wasserfahrt sich eignen. Eine derartige Beschränkung der Bewegung auf ein einziges Medium beobachtet man nun allerdings auch bei gewissen Tieren, z. B. bei den Fischen, die bekanntlich, ähnlich dem Dampfschiff, an das Wasser gebunden sind; bei den meisten Wirbeltieren aber steht die Sache insofern ganz anders, als sich ihr Bewegungsapparat — wenn auch nicht immer wie bei den Amphibien, mit gleichem Vorteil — sowohl zur Ortsveränderung auf dem Lande als im Wasser gebrauchen läßt, wobei außerdem noch die Art der Bewegung in jedem der genannten Medien, namentlich aber auf dem festen Land, zum Teil eine sehr mannigfaltige ist, in dem Sinne nämlich, daß ein und dasselbe Tier, z. B. ein Affe, je nach Umständen bald kletternd, bald kriechend, bald gehend oder hüpfend sich fortbewegt. Die Mitglieder einer besonders bevorzugten Wirbeltiergruppe, nämlich die Schwimmvögel, können aber nicht nur ganz nach Belieben vom Wasser auf das Land und vom Land wieder ins Wasser gehen, sie beherrschen gleich den übrigen gefiederten Wesen mit ihrem Lokomotionsapparat auch noch das dritte noch übrige Reich, nämlich das der Luft, und ich denke angesichts dieser auf die höchste Potenz gebrachten Leistungsfähigkeit einer Lokomotionsmaschine werden wohl auch die kühnsten Träume betreffs der Nachahmbarkeit tierischer Bewegungseinrichtungen in Nichts zerrinnen.

Doch es ist ja nicht meine Aufgabe, über die Werke der Natur eine Lobrede zu halten, sondern vielmehr dieselben kennen zu lehren, und ich will mich nun auch gleich meinem eigentlichen Thema zuwenden.

Der Detailschilderung der wichtigsten Hauptformen de tierischen Lokomotionsmaschinen müssen aber wohl ein pac Worte über das allgemeine Prinzip, auf dem dieselben beruhe vorausgeschickt werden.

Die Sache dürfte dem Leser am klarsten werden, wenn ich sage, daß die lokomotorische Wirbeltiermaschine, z. B. die eines Pferdes, im allgemeinen einem Kahn entspricht, der durch zwei Paare ruderartiger Hebel, nämlich die Beine, vorwärts bewegt wird. Das merkwürdige an diesen natürlichen Rudern ist aber das, daß sie nicht nur zur Bewegung auf oder auch im Wasser brauchbar sind — die Vorwärtsbewegung selbst geschieht hierbei, wie man an einem schwimmenden Vierfüßler leicht beobachten kann, ganz so, wie bei den künstlichen Werkzeugen dieser Art — sondern daß sie sich ebensogut und im wesentlichen auch auf ebendieselbe Weise auch an Stelle der Räder unserer künstlichen Fahrzeuge, zur Ortsveränderung auf dem Lande eignen. Wie aber dieses Rudern auf dem Land geschieht, wird dem Leser später einigermaßen erläutert werden und möchte ich ihn hier zunächst nur noch auf unseren eigenen Ruderapparat aufmerksam machen. Im Gegensatz zu den Vierfüßlern, die auf dem Lande die horizontale Stellung, die sie im Wasser einnehmen, beibehalten, verändern wir bekanntlich, wenn wir das flüssige Element mit dem festen vertauschen, die ganze Position unserer Maschine, oder um beim obigen Vergleich zu bleiben, wir gleichen dann einem Kahn, der vertikal auf seine hinteren Ruderstangen gestellt wird. Der Mediumswechsel ist aber bei uns nicht nur mit einer Stellungsveränderung der ganzen Maschine verbunden, sondern es werden beim Gehen, wie jeder weiß, auch die Ruder in ganz anderer Weise als beim Schwimmen bewegt. An letzteres erinnere ich aber hauptsächlich deshalb, damit der Leser begreift, daß wir uns, um zu einem richtigen Verständnis der verschiedenartigen Bewegungen unserer Beine zu gelangen, unbedingt mit dem Bau ihres Hebelwerkes, sowie mit den wichsten zugehörigen Muskeln vertraut machen müssen, und gehe nun unverweilt zu einer kurzen Schilderung dieser Dinge über.

Die Betrachtung des Hebelwerkes unserer Hintergliedmaßen rd uns dadurch sehr erleichtert, daß das ganze System im wesentlen das Gleiche wie an den uns schon von früher bekannten

Vorderextremitäten ist. So entspricht — man halte sich an die nachstehende Fig. 111, S. 173 — dem Oberarm der Oberschenkel, dem Unterarm der gleichfalls zweiteilige Unterschenkel, an dem wir aber künftig nur das dickere Stück, nämlich das Schienbein in Betracht ziehen werden — das andere Parallelstück, nämlich das Wadenbein (fibula), ist vom Kniegelenk ganz ausgeschlossen — und die in fünf Strahlen, die Finger, auslaufende Hand, endlich hat im Fuß mit seinen Zehen ihr Gegenstück. Sehen wir davon ab, daß das obere Hebelwerk seiner Bestimmung entsprechend viel kürzer, schlanker und leichter als das untere ist, so wären am letzteren für unseren Zweck besonders folgende Eigentümlichkeiten hervorzuheben. Erstens ist der Oberschenkel nicht wie der Oberarm an einem verstellbaren, sondern an einem relativ festen Teil eingelenkt, und besitzt derselbe zur leichteren Dirigierung gleich unterhalb des Kopfes zwei einander gegenüberstehende radspeichenartige Fortsätze oder Muskelhandhaben, nämlich den sogen. großen und kleinen Rollhügel (g und h). Zweitens erfolgt die Winkelöffnung am Knie nicht wie am Ellbogen vorn, sondern hinten und kann ferner das der Speiche entsprechende Schienbein nicht um seine eigene Achse rotieren, dafür aber, worauf wir noch zurückkommen, und was am Unterarm nicht möglich ist, im gebeugten Zustand seitwärts, d. i. nach außen und innen bewegt werden. Drittens endlich besitzt der Fuß keine opponierbare Zehe und sind diese Außenglieder von anderen Unterschieden ganz abgesehen, viel kürzer als an der Hand, indem sie circa nur $^1/_5$ der ganzen Fußlänge ausmachen, während die Finger ungefähr die Hälfte der Handlänge messen.

Besehen wir uns nun die wichtigsten Bewegungen, deren das Fußhebelwerk fähig ist. Im Vergleich zu den Evolutionen der oberen Gliedmaßen sind die der unteren, sowohl was den Umfang als die Mannigfaltigkeit betrifft, entschieden beschränkter, gehen aber doch speziell beim Menschen viel weiter, als es für die gewöhnlichen lokomotorischen Leistungen derselben erforderlich ist. Wie an den erstgenannten Gliedmaßen kommt auch an den

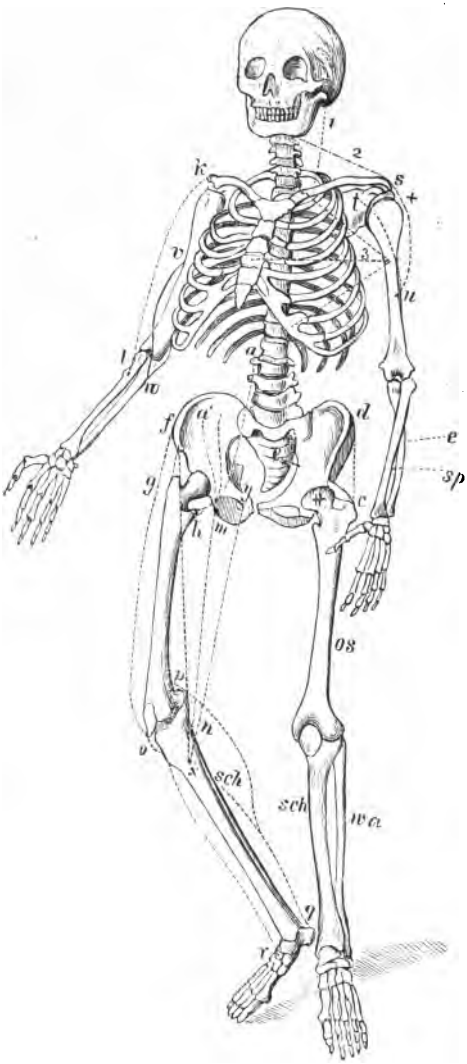
Beinen, dem obersten Stück, nämlich dem Oberschenkel, weitaus die größte Beweglichkeit zu und können wir dieselbe wieder auf zwei Ebenen, nämlich auf eine vertikale und auf eine horizontale beziehen. Unter ersterer wolle sich der Leser jene vorstellen, in der ein Bein nach Art eines Pendels schwingt, wenn wir uns gehend vorwärts bewegen. Begreiflicherweise ist gerade in dieser Ebene die größte Drehung des in Rede stehenden Hebels möglich. Wir können denselben zunächst aus seiner lotrechten Ruhelage um ca. 140° nach oben gegen den Bauch bewegen, was man als Beugung bezeichnet, und mit großer Anstrengung läßt es sich noch weiter, nämlich so hoch heben, daß das Knie nahezu die Brust berührt. Diese starke Beugungsfähigkeit des Oberschenkels erleichtert aber gar sehr das Aufwärtsgehen und insbesondere die Steigbewegung. — Nach rückwärts dagegen ist die Exkursion eine geringere, indem wir das Bein nicht einmal, was übrigens gar keinen Zweck hätte, in die Wagrechte zu bringen vermögen. Was dann die Evolution in der Horizontalebene betrifft, so handelt es sich erstens um die Bewegung nach auswärts, die sogen. Auswärtsrollung oder Abziehung, die ungefähr einen Rechten beträgt und dann um die einen weit kleineren Winkel betragende Anziehung oder Einwärtsrollung, vermöge welcher ein Bein über das andere geschlagen wird. Fragt man speziell nach der Bedeutung der starken Auswärtsrollung, die bei den Affen noch weit beträchtlicher ist, so haben wir sie wohl eben bei den letzteren zu suchen; wenn wir aber auch selten beim Klettern davon Gebrauch machen, so kommt uns diese ererbte Fähigkeit doch auch bei vielen anderen Emotionen, z. B. beim Aufsitzen auf ein Pferd, dann beim Tanzen, beim Schlittschuhlaufen, insbesondere aber beim Schwimmen à la Frosch zu gute.

Bezüglich der wichtigsten Muskeln, welche die angedeuteten Bewegungen hervorrufen, beachte man an unserer Figur vor allem, daß das Becken, welches die Beine trägt, eben nicht nur ein Becken, d. i. ein schüsselartiger Skeletteil zur Beherbergung gewisser innerer Organe, sondern zugleich ein mit seinen Haupt-

flächen den drei Dimensionen des Raumes entsprechendes Gestelle zur Anheftung der Beinmuskeln ist. Fürs folgende dürften nachstehende Andeutungen genügen. — Die Muskeln zunächst, welche, wie z. B. a a' h, von der Vorderfläche des Hüftbeins, sowie der Lenden entspringen, heben offenbar das Bein in die Höhe oder beugen es, und umgekehrt werden jene, die wie d c von der Hinterfläche des Beckens und vom Gesäß ausgehen, eine Streckung bewirken. Von den Rollmuskeln mache ich nur auf ein paar aufmerksam. Zunächst auf den Muskel c e, der, wie man sieht, innen vom Kreuzbein heraus kommt und sich am äußeren Rollhügel ansetzt. Faßt man den mit ± bezeichneten Drehpunkt des Schenkels ins Auge, so ist klar, daß der genannte Muskel denselben nach außen dreht, was man übrigens mit Hilfe einer geeigneten Zugvorrichtung am wirklichen Skelett direkt demonstrieren kann. Nicht minder evident ist es, daß der von der Schambeinfuge y zur Innenseite des Kniees (x) gehende Muskel das Bein gegen das andere hinüberzieht.

Gehen wir nun zu den Bewegungen des Unterschenkels über, so kommt vor allem die Streckbeugebewegung in der Pendelebene in Betracht, die sich aber trotz des Umstandes, daß am Kniegelenk keine dem Ellbogenfortsatz entsprechende Sperrvorrichtung vorhanden ist, nur auf eine Drehung nach hinten beschränkt. Das Öffnen und Schließen des Kniewinkels geschieht aber durch ungemein kräftige Muskeln, die zum Teil ähnlich wie am Arm nicht vom benachbarten Knochen, d. i. dem Oberschenkel, sondern vom Becken ausgehen. Dies ist z. B. der Fall beim vierköpfigen Strecker f o, für den die Kniescheibe, mit der er verwachsen, eine Rolle bildet und beim zweiköpfigen Beuger m n, dessen ungemein derbe Sehne man in der Kniekehle leicht fühlen kann. Für die schon früher erwähnte selbständige E und Auswärts- oder Leitbewegung des Unterschenkels, man am besten im sitzenden Zustand erprobt — unter derem beruht das Sporeneindrücken des Reiters darauf — insbesondere der bereits oben genannte schlanke oder ge

Fig. 111.



Skelett des Menschen. (Vgl. auch S. 137.) d Hüft- oder Darmbein. e Kreuzbein. y Schambein. m Sitzbein. os Oberschenkel (femur). g, c großer Rollhügel (trochanter major). h kleiner Rollhügel (tr. minor). sch Schiene (tibia). w a Wadenbein (fibula). q Ferse.

Muskeln zur Bewegung der Beine:

a h großer Lendenmuskel (psoas major). a' h innerer Hüftmuskel (iliacus int.) d c großer Gesäßmuskel (glutaeus max.) e c Auswärtsroller (pyriformis). f g Abzieher des Schenkels (glutaeus medius). f o 4 köpfiger Unterschenkelstrecker. f x Schneidermuskeln (sartorius). m n 2 köpfiger Wadenbeinbeuger (flexor fibularis). y x schlanker Schenkelmuskel (gracilis oder rectus internus). o r vorderer Schienbeinmuskel-Fußbeuger (tibialis anticus). p q Wadenbeinmuskel-Fußstrecker (gastrocnemius). sch ? Schollenmuskel (soleus).

Innenmuskel y x und dann der sogen. Schneidermuskel f x, der, wie man sieht, schief von außen nach innen über den Oberschenkel läuft, von Wichtigkeit. Das Kniegelenk selbst ist eine ganz eigentümliche, mit Worten schwer zu schildernde Kombination eines Rollen- und Doppelpfannengelenkes, das sich durch einen überaus kunstvollen Bandapparat auszeichnet.

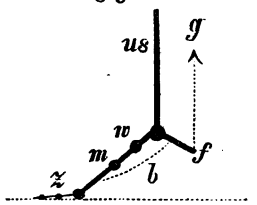
Wir kommen endlich zum Fuß im engeren Sinne, den wir leider, obwohl er in seiner Art nicht minder interessant als die Hand ist, ebenso flüchtig wie die anderen Beinabschnitte behandeln müssen. Zunächst möge sich der Leser an einem Skelett davon überzeugen, daß der Fuß als Ganzes zwischen dem Schien- und Wadenbeinende derart eingekeilt ist, daß er sich nur und zwar wieder in der bekannten Pendelebene strecken und beugen oder wenn man will schaukeln läßt, während die geringe Eigendrehung, deren er fähig ist — die gewöhnliche Drehung geht vom Oberschenkel aus — in der Fußwurzel, nämlich in der eigentümlichen Verbindung des Sprung- und Kahnbeins ihren Sitz hat. Die genannten Schaukelbewegungen des Fußes sind aber auch für die gewöhnlichen Zwecke am wichtigsten und gilt dies auch von jener Bewegung, durch welche der Fuß auf die Spitzen der Zehen (Fig. 112 z), oder richtiger auf die vorderen Knöchel des Mittelfußes (m) gestellt wird. Die außerordentliche Wichtigkeit dieser Steilstellung des Fußes ergiebt sich auch aus der auffallenden Stärke der betreffenden Muskeln. Es sind dies einmal der Wadenmuskel (Fig. 111 p q, und 112 f g) und dann der darunter liegende nicht, wie jener, über, sondern unter dem Knie entspringende Schollenmuskel s c h, die sich zur stärksten Flechse des Körpers, nämlich zu der am Fersenbein angreifenden Achillessehne vereinigen.

Nebstdem ist noch besonders die durch den vorspringenden Fersenhöcker bedingte Wölbung des Fußes bemerkenswert. Dieselbe wirkt nämlich genau so, wie ein elastischer Bogen, d. h. sie nimmt die Körperlast federnd auf und wie sehr dies den Gang

erleichtert, können wir schon daraus entnehmen, daß wir beim Kriechen aus der Hand einen ähnlichen Bogen bilden, indem wir ganz unbewußt den Daumen nach hinten krümmen und so gewissermaßen eine Ferse daraus machen. Die Punktlinie b in unserem Schema Fig. 112 soll andeuten, daß die beiden Enden des Fußbogens durch besondere komplizierte Streckbänder verbunden sind, die die erwähnte Spannung auch dann noch aufrecht erhalten, wenn wir sie, z. B. durch einen Sprung aus großer Höhe, auf die schwerste Probe stellen.

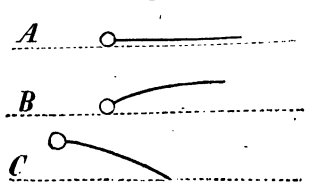
Sehen wir nun, wie mit Hilfe der eben kurz skizzierten Hauptbewegungswerkzeuge und eventuell unter Assistenz der

Fig. 112.



Schema des auf den Zehen stehenden Fußes des Menschen. us Unterschenkel. f Ferse. w Fußwurzel. m Mittelfuß. z Zehen. fg Wadenmuskel. b Streckband der Fußsohle.

Fig. 113.



Schema der Ortsbewegung des Blutegels durch abwechselnde Befestigung des vorderen (o) und hinteren Körperendes.

vorderen Gliedmaßen die verschiedenen Arten von Ortsveränderung zu stande kommen.

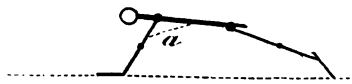
Zum leichteren Verständnis gewisser Bewegungsformen, wie z. B. des Kriechens ist es angezeigt, daß wir zunächst an einem möglichst einfachen Fall über das Prinzip klar werden, das den Bewegungen der Tiere im allgemeinen — ich meine auch denen der niederen gliedmaßenlosen Formen — zu grunde liegt. Einen solchen einfachen Fall bietet uns unter anderem die wohl den meisten Lesern bekannte Ortsveränderung des Blutegels.

Dieselbe besteht im wesentlichen darin, daß sich das Tier mit dem in unserem Schema Fig. 113 A durch einen Ring bezeichneten Vorderende auf einer Unterlage festsetzt oder fixiert — und zwar

geschieht dies hier mit einer Saugscheibe — und daß es dann, wie B veranschaulichen soll, durch Zusammenziehung seiner Längsmuskeln, das hintere Ende dem fixierten Vorderende näher bringt. Das ist nun sozusagen der erste Schritt, den der Blutegel macht. Der zweite, der das Tier als Ganzes vorwärts bringt, besteht dann darin, daß der Wurm (C) sein vorgezogenes Hinterende, nachdem er das Vorderende losgelassen und zwar abermals mittelst einer Saugscheibe festmacht und hierauf den früher zusammengezogenen Körper erschlaffen läßt, beziehungsweise in die Länge streckt, wodurch natürlich der Kopfteil über seinen ursprünglichen Fixierungspunkt hinaus zu liegen kommt.

Genau dasselbe Grundprinzip, nämlich Fixierung oder Unterstützung eines Punktes und Bewegung des übrigen Körpers gegen diesen, kommt nun, wie sofort gezeigt werden soll, auch bei der Ortsveränderung anderer Tiere und speziell auch beim Menschen zur Geltung. Um in bezug auf diese Ortsveränderungsart abermals von einem relativ einfachen Fall auszugehen, so ergiebt sich ein solcher dadurch, daß wir uns der Länge nach auf den Boden niederlassen, die Beine gerade nach hinten strecken, den Vorderkörper aber, in der aus Fig. 114 ersichtlichen Weise durch die zunächst vollkommen steif zu denkenden Arme unterstützen. In dieser bei verletzten oder verstümmelten Beinen nicht seltenen Kriechstellung können wir bekanntlich ganz gut vorwärts kommen, wenn wir abwechselnd den rechten und linken Arm vorsetzen, während der andere inzwischen als passive Stütze dient und ist auch das „wie" dieser Bewegung leicht einzusehen. Wenn der Leser mit dem emporgehobenen und ausgestreckten Arm — wir sehen vorläufig von seiner Biegungsfähigkeit ganz ab — von einem Baume einen starken Ast zu sich herunterbiegt, so findet er darin nichts auffallendes, denn er weiß

Fig. 114.

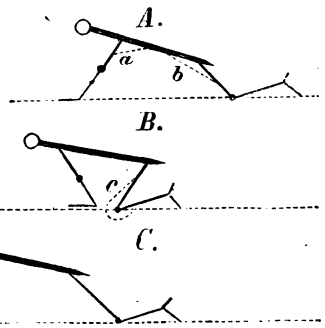


Das Kriechen des Menschen mit ausgestreckten Beinen. a Muskel, der bei fixierten Armen den Rumpf nach vorn zieht.

von früher, daß dieser Hebel mit teils von der Brust, teils vom Rücken ausgehenden und in unserer Figur durch eine kurze Punktlinie (a) angedeuteten Muskeln versehen ist, die ihn, wenn sie sich kontrahieren oder verkürzen, gerade so herabbewegen, wie zum Teil die gleichen Muskel den Flügel eines Vogels nach unten ziehen. Sind aber die in Rede stehenden Muskeln im stande, den freibeweglichen Arm einschließlich einer gewissen äußern Last an den übrigen Körper heranzuziehen, so haben sie selbstverständlich, wenn sich das Verhältnis umkehrt, d. h. wenn der Arm fixiert ist, auch die Fähigkeit, den hinter ihnen liegenden Teil des Körpers diesem zu nähern oder, was dasselbe ist, dem Körper überhaupt einen Zug oder Ruck nach vorn zu erteilen. Der Unterschied zwischen der einen und der anderen Bewegung ist hauptsächlich nur der, daß, wenn die für gewöhnlich zum Niederschlagen des Armes dienenden Motoren zum Vorwärtsschleppen des Körpers verwendet werden, dieselben eine weit größere Last, nämlich außer dem Gewicht des Stammes auch noch das der Beine zu bewältigen haben. Der zuletzt bemerkte Umstand führt uns auf ein anderes kurz zu erwähnendes Verhältnis, nämlich darauf, daß, wenn man dem zu bewegenden Körper eine größere Last anhinge, oder, wenn die in Rede stehende Kriechbewegung auf sehr glattem Boden, z. B. auf einer Eisfläche geschähe, die Stützen ihren Dienst versagen oder die Arme ausgleiten würden. Der angenommene Fall zeigt uns aber auch — und dies ist für die richtige Beurteilung der oft eigentümlich geformten Gliedmaßenenden der Tiere wichtig — daß gute Stützen für die Ortsbewegung nicht minder wichtig als starke Motoren und entsprechende Hebel sind, und lehrt uns ferner, worauf es bei diesen Stützen hauptsächlich ankommt. Gute Stützen können nach zwei sehr verschiedenen, aber häufig kombiniert vorkommenden Prinzipien gebaut sein. Entweder handelt es sich nämlich wie bei unserer Hand und desgleichen beim Fuß um eine große und mit der Fähigkeit, sich der Bewegungsbasis an möglichst vielen Punkten anzuschmiegen,

ausgestattete Fläche — denn mit der Zahl der Berührungspunkte wächst ja der Reibungswiderstand — oder es ist, wie bei den bekrallten und behuften Beinen die Einrichtung getroffen, daß die Stützwerkzeuge mit scharfen und mehr oder weniger hakenförmigen in die feste Bewegungsbasis leicht eindringenden Fortsätzen versehen sind, und jeder, der sich einmal bei Glatteis, namentlich bergauf, statt der Salonstiefletten mit starken Hakennägeln beschlagener Schuhe bedient hat, wird die Vortrefflichkeit der erwähnten natürlichen Stützvorrichtungen gehörig zu würdigen wissen.

Fig. 115.



Das gewöhnliche Kriechen des Menschen. A Anfangsstellung. b Muskel, der das Bein nach vorne zieht. B Zweite Stellung, in der das Bein resp. Knie nach vorne gezogen ist. c Streckmuskel des Unterschenkels. C Endstellung, in der der genannte Muskel den Oberschenkel nach vorne gezogen hat.

Gehen wir nun auf das gewöhnliche Kriechen, bekanntlich unsere erste Ortsveränderungsmethode (Fig. 115) über, so unterscheidet sich dasselbe von der früher besprochenen Bewegung zunächst dadurch, daß der Zug der oben bezeichneten Armmuskeln nicht auch die Beine mitzuschleppen hat, da letztere sich sel bewegen. Im Momente nämlich, wo der Körper durch die nannten Motoren der Arme nach vorn gerückt wird, letztere a — ich nehme hier eine paarweise und nicht eine alternierer Bewegung der Gliedmaßen an — nach hinten zu stehen kom

(Fig. 115 B), wird zugleich auch das Bein, resp. das Knie und zwar durch die bekannten Beugemuskeln (Fig. 115 A b) nach vorn gezogen, wodurch den mehrerwähnten Armmuskeln offenbar die zu überwindende Last sehr erleichtert wird. Die Beine bewältigen aber bei dieser Art Kriechbewegung nicht nur ihre eigene Last, sondern sie unterstützen auch den Zug der Armmuskel in aktiver Weise. Jeder kann nämlich leicht an sich selbst beobachten, daß, wenn die in der Hinterstellung (B) befindlichen Arme wieder (wie in c) nach vorn ausgreifen, die Beine im Kniegelenk gestreckt werden und dabei wie die Stangen, mit denen man einen Kahn vom Ufer abstößt, einen Schub auf den vor ihnen befindlichen Rumpf ausüben. Das Zustandekommen dieser Schubbewegung oder dieses Stoßes ist aber sehr leicht zu erklären. Zum Ausstrecken des gebeugten Unterschenkels dient, wie wir von früher wissen, ein ungemein kräftiger Muskel, der (vgl. Fig. 115 B c) vorn teils am Hüftbein, teils (wie es das Schema angiebt) am Oberschenkel entspringt und über das Knie zum Unterschenkel geht. Ist nun letzterer, wie das eben bei der in Rede stehenden Kriechstellung der Fall ist, fixiert, d. h. kann er dem Streckzuge nicht Folge leisten, so muß offenbar, um die der Muskelverkürzung entsprechende Winkelöffnung zu erhalten, der andere Schenkel, also der obere nach vorn gezogen werden, und dies ist, da derselbe ja mit dem Stamm verbunden ist, nur auf die Art möglich, daß letzterer (C) selbst vorwärts geschoben wird. Zur weiteren Erläuterung der in Rede stehenden Wirkung des Unterschenkelstreckers mag noch an den Vorgang beim Stiegensteigen erinnert werden. Dasselbe beruht bekanntlich darauf, daß wir ein Bein im gebogenen Zustand auf eine höhere Stufe stellen und dann unter Zusammenziehung des Unterschenkelstreckers den Rumpf gewissermaßen emporseilen.

Letzterer Vorgang im Zusammenhalt mit dem, was im einleitenden Kapitel über die Doppelwirkung des Armbeugers gesagt wurde, erklärt uns zugleich eine weitere wichtige Ortsveränderungsart nämlich das Klettern. Unter Verweisung auf das gleich-

falls schon in der Einleitung gebrauchte Schema Fig. 116 sei nur kurz bemerkt, daß der erwähnte Armbeuger (a) den Körper in die Höhe zieht, während der mehrgenannte Unterschenkelstrecker (b) ihn nachschiebt.

Manche können, wie ich erfahren habe, eine weitere Art der Ortsbewegung, nämlich das Hüpfen nicht recht begreifen, und doch ist dasselbe verhältnismäßig am leichtesten zu erklären. Der Leser weiß, daß ein elastischer Stab, sagen wir ein spanisches Rohr, das derart gegen Boden gestemmt wird, daß es einen Bogen bildet, sofort sich wieder gerade streckt und zugleich in die Höhe springt, sobald wir es sich selbst, beziehungsweise der Wirkung der durch das Niederdrücken desselben erzeugten Federkraft überlassen. Ganz so verhält es sich nun auch mit unserer Sprungbewegung (Schema Fig. 117), d. h. es ist dieselbe eine Folge der raschen und kräftigen Streckung aller Beinabschnitte, einschließlich des Fußes, die bekanntlich vor der Ausführung des Sprunges absichtlich möglichst stark gebeugt oder zusammengeklappt werden. Dieses plötzliche Strecken oder Aufrichten der Beine geschieht aber nicht bloß durch die schon mehr genannten und auch aus unserem Sprungschema ersichtlichen Muskeln a und b, sondern es beteiligen sich hierbei auch in hervorragender Weise jene vom Gesäß ausgehenden Zugvorrichtungen, die den Oberschenkel nach hinten ziehen. Eine gute Übersicht aller beim Sprungakt beteiligten Hauptmuskeln bietet das Schema eines Pfeilspringers (in Fig. 118), in welchem die in Rede stehenden Zugbänder (l m, d f und g h) wieder durch Punktlinien markiert sind.

Wir kommen nun endlich zu der für uns wichtigsten Bewegungsform nämlich zum Gehen, dessen Wesen ich aber a f Grund des früher Mitgeteilten mit ein paar Worten erläute i kann. Der Leser hat wohl schon davon gehört, daß man d s Gehen ein von Schritt zu Schritt sich wiederholendes Fall i nennt, und von dem Gesichtspunkt aus — es giebt noch vi e andere — wollen wir es uns auch ansehen. Nehmen wir zunäch t,

wie dies Fig. 119 A andeutet, mit etwas vorgebeugten Knieen aber vertikalem Rumpf, eine solche Position an, daß beide nebeneinander befindlichen Füße ganz den Boden berühren, und stellen

Fig. 116.

Fig. 117.

Schema der Sprungbewegung. a u. b die Muskeln, welche das Bein und den Fuß strecken.

Fig. 118.

Mechanismus des Pfeilspringers (einer exotischen Nagetier-Gattung). a c Hüftbein. c b Sitzbein. c e Oberschenkel. e i Unterschenkel. h Ferse. k i Fußwurzel und Mittelfuß. k Zehen. l m großer Gesäßmuskel. (Strecker des Oberschenkels). d f Unterschenkel-, g h Fußstrecker. (Original.)

Fig. 119.

wir uns dann auf die Zehenspitzen, so neigt sich der Körper derart in einem vertikalen Bogen nach vorn (B), daß er fallen würde, wenn nicht eins der gestreckten Beine (hier das Punktierte) zur

Unterstützung des Schwerpunktes vorgestellt würde. Damit haben wir aber auch schon den ersten Schritt nach vorwärts gethan, oder richtiger, das vorgesetzte Bein ist durch die Schwerkraft genötigt worden ihn zu thun; denn dieses Vorsetzen gleicht in der That der Bewegung eines an einem erhöhten Punkte losgelassenen und durch die Ruhelage hindurchgehenden Pendels. Ähnlich wie beim Strecken des Kniees beim Klettern übt aber das im Vorsetzen begriffene und zugleich in der größten Streckung befindliche Bein ehe es die Basis verläßt auch einen Schub auf den Stamm aus und befördert dadurch die Vorwärtsneigung des letzteren. Was dann die weiteren Schritte betrifft, so sind sie nur eine Wiederholung des ersten mit dem Unterschiede jedoch, daß die beiden Beine nie mehr wie im Anfang nebeneinander zu stehen kommen, sondern nur abwechselnd aneinander vorbeischwingen. Wenn ich abermals sage „schwingen", so darf sich aber der Leser nicht vorstellen, daß das Vorsetzen der Beine ein rein passiver Akt wäre. Daß dies nicht der Fall, merken wir ja leicht, wenn wir etwas größere Schritte machen. Es sind die bekannten Oberschenkelbeuger (c), die dem pendelnden Bein einen größeren Ausschlag nach vorn verleihen, analog wie die betreffenden Gegenmuskeln dem hinten befindlichen eine stärkere Streckung und Schubkraft geben.

Zum Schlusse noch ein paar Worte über die Lokomotion im Wasser oder das Schwimmen. Ich sagte ausdrücklich „ein paar Worte", weil das ganze Prinzip, auf dem unsere Vorwärtsbewegung im Wasser beruht, sich sehr einfach erklären läßt. Es ist nämlich, wie schon eingangs gesagt wurde, im wesentlichen genau dasselbe, wie bei einem Kahn, den wir vermittelst zweier am Bord eingelenkten Ruder vorwärts bringen. Dieses Rudern besteht aber bekanntlich zunächst darin, daß wir die betreffenden Hebel mit ihrer breiten Endfläche nach hinten gegen das Wasser schlagen. Durch diesen „Rückschlag" entsteht nämlich, ganz ähnlich wie beim Abschieben eines Kahnes vermittels einer schief auf den Boden gestemmten Stange ei

auf die Ruder gerichteter Stoß nach der entgegengesetzten Richtung und dieser ist es eben, der, während die Ruder mit ihrer Spitze im Wasser fixiert sind, den Kahn oder wenn man will den die Ruder tragenden Stamm vorwärtsschiebt. Soll aber dieser durch den „Rückschlag" der Ruder bewirkte Schub nach vorwärts nicht wieder aufgehoben werden, so muß man bekanntlich darauf sehen, daß, wenn man die Ruder wieder nach vorn dreht, diese nicht mit der breiten Fläche, sondern mit der schmalen Kante das Wasser durchschneiden. Auf diese Weise wird nämlich der Widerstand des Mediums beim sogen. „Vorschlag" und also auch der sogen. Rückstoß möglichst gering gemacht.

Daß nun unser Schwimmen in der That dem kurz charakterisierten Kahnrudern gleicht, wird, glaube ich, keiner weitläufigen Erklärung bedürfen. Fassen wir nur die Vorderruder, also die Arme mit den allerdings nicht sehr breiten End- oder Handflächen ins Auge und gehen wir beim sogen. Froschschwimmen von jener Position aus, bei welcher die zusammengelegten Hände gerade nach vorn gerichtet sind. Es besteht nun bekanntlich der wirksame Rückschlag darin, daß wir die Flächen der Hände nach außen wenden und bei ganz ausgestreckten Armen in einem horizontalen Bogen nach hinten bewegen. Der Vorschlag dagegen beruht dann darauf, daß wir die Arme, um möglichst wenig Wasser zu verdrängen, im gebeugten oder eingeklappten Zustand an den Körper heranziehen und dann, indem wir aus demselben Grunde zugleich die Hände zusammenlegen, wieder grade nach vorn strecken. Der Leser sieht, daß unsere natürlichen Ruder die künstlichen insoferne weit übertreffen, als bei den ersteren auch der gegliederte Stiel oder Hebel, an dem die vorwärtstreibende Kraft wirkt, abwechselnd verlängert und verkürzt werden kann.[13])

* * *

Wenden wir uns nun endlich zu den der Ortsveränderung angepaßten Gliedmaßen der uns nächstverwandten Tiere, so

möchte zunächst wohl ein Wort über ihre relative Leistungsfähigkeit am Platze sein. Ein solcher Vergleich fällt nun aber insofern zu unserm Nachteil aus, als die in Rede stehenden Werkzeuge der Wirbeltiere im allgemeinen zwar eine minder große Vielseitigkeit ihres Gebrauches zulassen, dafür aber, und das ist doch das Wichtigste bei der Sache, bezüglich der Schnelligkeit der durch sie bewirkten Ortsbewegung unsere eigenen Lokomotionsmittel bei weitem übertreffen. Um dem Leser dies recht anschaulich zu machen, habe ich gar nicht nöthig, an die Leistungsfähigkeit eines Rennpferdes oder gar an die eines Falken zu erinnern, denn jeder hat wohl schon die uns fast beschämende Erfahrung gemacht, daß selbst kleinere und durchaus nicht mit absonderlichen Hilfsmitteln wie Flügel u. dgl. ausgerüstete Wirbeltiere, wie etwa eine Ratte oder eine Eidechse zeitweilig wenigstens nicht nur relativ, sondern absolut schneller als wir selbst sind. Die Hauptursachen oder Eigentümlichkeiten aber, auf welche die größere Geschwindigkeit der Wirbeltierlokomotion zurückzuführen ist, sind folgende.

Zunächst hat man, namentlich bei den laufenden Vierfüßlern, ins Auge zu fassen, daß sie — man denke nur an eine rasch dahinhuschende Maus oder Eidechse — in derselben Zeit weit mehr Schritte als wir machen, oder daß mit anderen Worten ihr Muskelapparat, und dabei ist jedenfalls wie überall auch die Übung von größter Wichtigkeit, einer weit rascheren Aktion als bei uns fähig ist. Weiters kommt dann und zwar speziell für die Vierfüßler, d. h. für die mit zwei paar Beinen laufenden und kletternden Wirbeltiere in Betracht, daß sie thatsächlich ein paar Lokomotionswerkzeuge mehr als wir haben; denn wenn auch wir gelegentlich, wie z. B. beim Klettern, beide Gliedmaßenpaare in Anwendung bringen, so wissen wir von früher, daß dann ein derselben, in diesem Falle das hintere, wegen gewisser Nebe leistungen nicht zur vollen Geltung kommt. Endlich hat ma noch zu bedenken, daß die in Rede stehenden Werkzeuge bei de einzelnen Tieren im allgemeinen in weit höherem Grade, a

dies bei uns der Fall ist, einer besonderen ihrer ganzen Lebensweise entsprechenden Art von Bewegung angepaßt, d. h. derart geformt und eingerichtet sind, daß sie — man erinnere sich nur der Flügel und Flossen — bei der bestimmten Verwendung der sie dienstbar gemacht sind, weit ausgiebigere Bewegungen hervorrufen, als dies etwa unsere Beine vermögen, die bekanntlich nicht nur zum Gehen, Laufen und Springen, sondern auch noch zum Schwimmen und Klettern herhalten müssen.

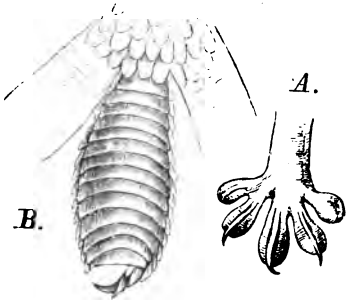
Wie ich wohl kaum eigens zu sagen bräuche, verdienen aber gerade diese oft höchst eigentümlichen Anpassungen der lokomotorischen Werkzeuge der Wirbeltiere. die zwar nicht eine Teilung der Arbeit im gewöhnlichen Sinne des Wortes, wohl aber eine Teilung der durch die betreffenden Tiere zur Ausbeutung gelangenden Medien begründen, unsere besondere Aufmerksamkeit und so will ich es denn versuchen, den Leser mit den allerwichtigsten Bildungen dieser Art bekannt zu machen.

Um mit den Kletterwerkzeugen zu beginnen, so handelt es sich hierbei, wie uns zum Teil schon von früher bekannt ist, entweder, wie bei den Affen, den Vögeln und Reptilien um zangenartige Endteile der Gliedmaßen, mit denen die Zweige oder Stämme der Bäume, auf welchen diese Tiere vorzugsweise ihre Nahrung suchen, umspannt werden, oder aber, wie z. B. bei der Katze, um spitze und gekrümmte Hornansätze an den Zehen, die Krallen, welche in die zu erklimmende Unterlage eingehakt werden. Wie das in der Natur der betreffenden Einrichtungen liegt, gestatten die hand- und zangenartigen Kletterwerkzeuge nicht nur die Bewegung nach oben, sondern auch nach unten, während die einfachen, ich meine die nicht zangenartigen Krallfüße bei der Abwärtsbewegung ihren Dienst versagen, da hier ja die betreffenden Haken keinen Halt geben. Bekanntermaßen helfen sich aber die letzteren Tiere, die man füglich als Aufwärtskletterer bezeichnen könnte, damit, daß sie sich langsam und vorsichtig herabrutschen lassen oder aber, was noch einfacher und was vielfach auch von den Handkletterern praktiziert wird,

daß sie durch einen kühnen Sprung den Boden gewinnen. Es giebt aber auch gewisse Anpassungen, die einzelnen Krallentieren ein regelrechtes Abwärtsklettern gestatten. Dahin gehört zunächst die Einrichtung, daß bei den bekanntlich vorzugsweise auf Bäumen lebenden Eidechsen die bekrallten Beine nicht, wie bei den kletternden Säugern nach vorn, sondern nach auswärts gekehrt sind, was ihnen offenbar, wenn sie sich an einem Stamm abwärts bewegen, einen weit besseren Halt giebt. Sehr bemerkenswert ist dann. ferner das Verhalten bei gewissen Klettervögeln. Mit Rücksicht darauf, daß bei den echten Spechten zwei ihrer langbekrallten Fußzehen nach vorn und zwei nach hinten gestellt sind, sollte man meinen, daß gerade diese gute Abwärtskletterer wären. Das ist indes keineswegs der Fall, sondern die diesem Zwecke am Besten entsprechende Anpassung findet sich vielmehr bei den sogen. Kleibern oder Spechtmeisen. Es beruht dieselbe darauf, daß die nach hinten gerichtete Zehe sehr lang ist und eine nadelscharfe stark gekrümmte Kralle trägt, welche, um das Überkippen des Körpers zu verhindern, möglichst weit oben sich einhakt. — Der allermerkwürdigste Mechanismus, der sich auf das Abwärtsklettern bezieht, findet sich aber bei den sogen. haftzehigen Eidechsen oder Gekos und einigen anderen Lurchen, die, wie der Leser wohl schon gehört haben dürfte, an senkrechten glatten Mauern und was noch mehr sagen will, an überhängenden Gegenständen mit solcher Leichtigkeit sich bewegen, als ob für sie das Gesetz der Schwere keine Geltung hätte. Wie Fig. 120 A zeigt, sind auch die Zehen dieser Reptilien mit Krallen versehen, sie besitzen aber außerdem noch breite, aus zahlreichen querstehenden Blättchen oder Hautfalten (B) bestehende Haftkissen. Während man aber lang glaubte, das Haftvermögen dieser Ballen beruhe lediglich a der Absonderung einer klebrigen Flüssigkeit lehrt eine nähe Untersuchung, daß es sich analog wie bei den Saugnäpfen d Tintenfische u. a. wirbelloser Tiere um einen freilich höch eigentümlich konstruierten Luftverdünnungsapparat handelt, d

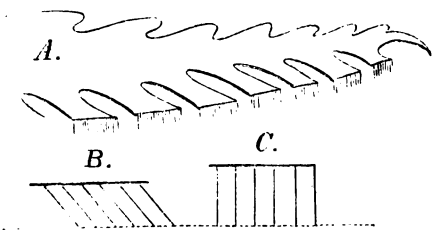
durch die schematische Zeichnung Fig. 121 B und C erläutert wird. Erstere Figur (B) zeigt dem Leser einen Teil des Haftkissens in dem Stadium, in dem seine Blätter schief liegen, während C ihre aufgerichtete Lage andeuten soll. Man begreift ohne weiteres, daß die zwischen den Blattfalten befindlichen Hohlräume bei der letzteren Position größer sind, oder daß beim Aufrichten der Lamellen die im Zehenkissen befindliche Luft verdünnt wird, was dann zur Folge hat, daß dieselben durch den Überdruck der äußeren Luft an die Unterlage angepreßt werden. An Fig. A, einem Längsschnitt durch ein solches Haftkissen, bemerkt der Leser außerdem noch, daß die freien Ränder der Blätter zum Zwecke eines besseren Anschlusses an die Haftbasis eine Bürste mikroskopischfeiner Härchen tragen. Das Princip der Gliedmaßen-

Fig. 120.



Gliedmaßenenden eines Haftzehers (Platydactylus). A Fuß. B einzelne Zehe.

Fig. 121.



A schematischer Längsdurchschnitt durch eine Haftzehe. B Faltenblätter der Sohle im niedergelegten, C im aufgerichteten Zustand.

fi erung durch Luftdruck ist unter den Wirbeltieren aber keines- w ıs auf die Reptilien allein beschränkt. Am interessantesten si) in dieser Hinsicht gewiße Affen, die z. B. wie u. a. Moh-

nike[14]) nachgewiesen, an ihren Handtellern von Schwielen oder Pelotten umgebene Vertiefungen besitzen, die offenbar wie Saugnäpfe wirken. Dagegen sind die großen scheibenförmigen Ballen gewißer Nachtaffen (Fig. 123) ähnlich wie bei den Katzen wohl nur Trittdämpfer[15]).

Da schon von den Baumkletterern die Rede ist, will ich den Leser bei dieser Gelegenheit noch auf etwas aufmerksam machen, was mit dem Klettern allerdings nur indirekt zusammenhängt. Es betrifft dies die nach unsern Begriffen sicherlich höchst merkwürdige Fähigkeit gewisser Baumvögel, daß sie auf ihren zwei Füßen oder häufig auch nur auf einem einzigen stehend schlafen können, wobei die zangenförmigen Zehen krampfhaft einen Zweig umschließen. Um diese Erscheinung möglichst kurz zu erklären, so beruht dieselbe darauf, daß durch die Last des auf den Beinen ruhenden Körpers die einzelnen Glieder derselben gegeneinander gebeugt bezw. die Beugemuskeln, insbesondere jene der Zehen derart verlängert und infolgedessen (aber auf rein passive Weise) gespannt werden, daß sie die Zehen mit großer Kraft nach unten ziehen.

Fig. 123.

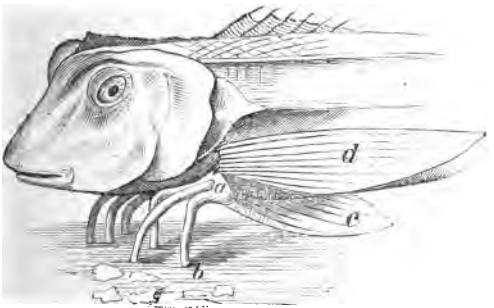
Hinterfuß des Kobold-makis Tarsius spectrum). Man beachte, daß die zwei Mittelzehen Krallen, die übrigen Nägel besitzen. (Nach Brehm.)

Obwohl es außer den sog. Baumkletterern, auch Felsenkletterer wie z. B. den Pavian, die Gemse, den Steinbock u. s. w. giebt und die nähere Betrachtung des mechanischen Baues ihrer Gliedmaßen nicht ohne Interesse wäre, so muß ich mirs doch versagen, darauf einzugehen und will ich unter Verweisung auf nachstehende Figur 124, zum Schlusse nur noch erwähnen, daß auch die Gliedmaßen gewiss[er] Fische zum Klettern oder doch zum Kriechen adaptiert sind, inde[m] ein Teil der Brustflosse (d) in Finger (a b) umgewandelt ist.

Wenden wir uns nun zu den auf die gewöhnliche Ge[h]- und Laufbewegung bezüglichen Anpassungen. Was die Bei[n]- der eigentlichen Läufer unter den Säugern sowohl als un[-]

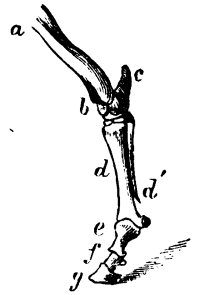
den Vögeln vor allem auszeichnet, das ist einmal die bedeutende Länge ihrer einzelnen Abschnitte einschließlich des Fußes, und dann die schiefe zickzackförmige Stellung, welche die verschiedenen Beinglieder zu einander einnehmen. Erstere Eigenschaft, nämlich die große Höhe der „Läufe" befähigt die Tiere möglichst lange Schritte zu machen, während die im Vergleich zu unsern Beinen sehr auffallende Schiefstellung der einzelnen Glieder die Wirksamkeit der Muskeln erhöht und ist namentlich das stark vorge-

Fig. 124.



Knurrhahn (Triglia birundo). ad Bauchflossen. ac Brustflossen. ab fingerartige Teile der letzteren. (Nach Brehm.)

Fig. 125.

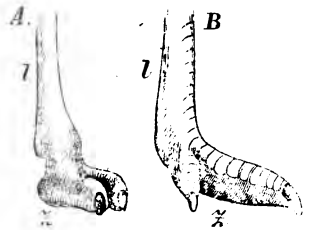


Hinterfuß des Pferdes. ab Schienbein. c Fersenbein. d Mittelfuß. d' rudimentär gewordener Mittelfußknochen der verschwundenen 2. u. 4. Zehe e f g 3 Zehen (e Fesselbein, f Kronenbein, g Hufbein).

bogene Knie der Hinterbeine im Verein mit dem langen Fersenhöcker für die nachschiebende Thätigkeit derselben von großer Wichtigkeit. — Speziell bei den laufenden Säugern, die, man denke nur an das Pferd oder an eine Gazelle, stets nur mit der Spitze des Fußes auftreten, kommen dann ferner die das letzte Zehenglied umkleidenden Hornschuhe oder Hufe in Betracht, insofern diese mit kunstvollen elastischen Einlagen versehenen Endteile einerseits den Fuß, sowie mittelbar den ganzen Körper vor allzu starken Stößen schützen, während sie andererseits,

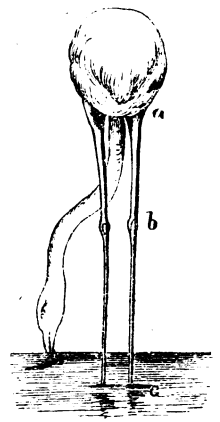
vermöge ihrer scharfen Vorderkanten ein starkes Anstemmen beim Ziehen schwerer Lasten, sowie auch das Beschreiten steiler Abhänge, ja sogar (z. B. bei der Gemse, beim Schaf u. s. w.) ein wirkliches Klettern ermöglichen. In nichts spricht sich aber die Anpassungsfähigkeit der in Rede stehenden Lokomotionswerkzeuge deutlicher als darin aus, daß die Zahl der Zehen dieser Geschöpfe je nach den Anforderungen, die mit Rücksicht auf die besonderen Lebensgewohnheiten derselben an ihre Füße gestellt

Fig. 126.



Zum Gang auf sandigem Boden angepaßte Füße. A vom Kameel. B vom afrikanischen Strauß. l Mittelfuß (Lauf). z Zehen.

Fig. 127.



Flammingo, als Beispiel stelzfüßiger Vögel. a b Unterschenkel. b c Mittelfuß (Lauf).

werden, derart sich vermindert, daß schließlich beim heutigen Pferd und seinen Verwandten, nur mehr eine einzige (vgl. Fig. 125) zurückblieb [16]).

Eine andere interessante Anpassung behufter Füße möcht ich noch erwähnen. Ich meine die für den Gang im Wüstensan so überaus praktischen elastischen Polster an den ausnahmswei mit allen Gliedern den Boden berührenden Zehen der Kame (Fig. 126 A). Daß man es hier wirklich mit einer auf d genannte Medium bezüglichen Einrichtung zu thun hat, le

uns unter anderem der Vergleich mit dem Fuß des Straußes, dessen zwei Zehen — ich habe hier die afrikanische Form im Auge — man möchte fast sagen denen des Kamels nachgebildet sind (Fig. 126B). Wenn oben unter den einen raschen Lauf bedingenden Eigentümlichkeiten der Beine auch deren bedeutende Längenentwickelung genannt wurde, so muß ich dem Leser wohl auch in Erinnerung bringen, daß hohe, schlanke Beine vielfach auch eine andere Bedeutung haben. Bei den Stelzvögeln nämlich, bei denen — man denke nur an den Flamingo, Storch, Kranich u. s. w. — die Beine und insbesondere die unserem Mittelfuß ensprechenden „Läufe" eine ganz außerordentliche Höhe erreichen, ist ihr Zweck nämlich ein ähnlicher wie bei den langen Schnäbeln, d. h. sie ermöglichen es, daß die betreffenden Vögel, um ihre Nahrung zu suchen, ohne sich das Federkleid zu beschmutzen, bequem in Lachen und Sümpfen herumstiefeln können. Wie nachstehende Abbildung eines höchst interessanten südamerikanischen Stelzvogels, des Jassana (Fig. 128) veranschaulichen soll, erfüllt unter Umständen eine starke Verlängerung sämtlicher Zehen denselben Zweck wie die Streckung der übrigen Beinglieder. Der weit ausgebreitete, dabei aber sehr leichte Fuß befähigt dieses schöne Tier dazu, auf den den Wasserspiegel bedeckenden und gewissermaßen als Flöße dienenden Blättern dahinzuschreiten.

Ganz anderer Art als alle bisher erwähnten Anpassungen der paarigen Gliedmaßen, die sich auf die verschiedenartigen Bewegungen auf einem festen Medium beziehen, sind, wie dies übrigens schon in der Natur der Sache liegt, jene, die man an den für das Wasser oder die Luft bestimmten Werkzeugen antrifft. Während es sich nämlich bei den ersteren, wie wir gesehen haben, entweder um eine starke Streckung einzelner Hebel oder um die Ausbildung eigentümlicher, zur Fixierung im festen Medium dienender Stützorgane, wie der Krallen und Hufe handelt, kommt es bei den Schwimm- und Flugorganen hauptsächlich auf eine große Flächenentfaltung an, denn mit dieser steigert sich ja der auf das betreffende Medium ausübbare Druck und damit also auch der

Gegendruck oder die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung. Daß aber die natürlichen Werkzeuge zum Schwimmen und Fliegen thatsächlich nach demselben Prinzip konstruiert sind, ergiebt sich u. a. schon daraus, daß nicht selten ein und dasselbe Organ bald für die eine, bald für die andere Art von Ortsveränderung dient, und erinnere ich diesfalls nur an jene

Fig. 128.

Jassana aus Südamerika (Parra Jacana).

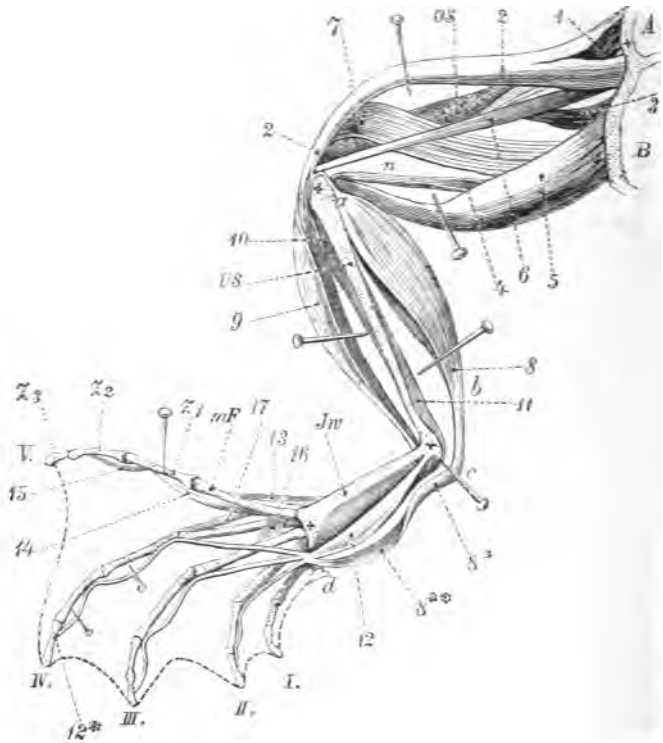
hochinteressanten Fische, die sich mit Hilfe ihrer Brustflossen in die Luft erheben und zum Teil auch geradezu fliegen können [17]).

Ist aber auch das Hauptprinzip der Wasser- und Luftruder im ganzen und großen immer dasselbe, so ergeben sich doch bei den einzelnen der hier in Betracht kommenden Ti-

mit Rücksicht auf ihre übrige Körperbeschaffenheit manche interessante Abweichungen und Besonderheiten.

Beginnen wir mit den paarigen Schwimmgliedmaßen — denn diese sind die einfacheren — und betrachten dieselben zunächst nach ihrem Gebrauche, so stellt es sich heraus, daß darunter zweierlei Bildungen zu unterscheiden sind. Es giebt nämlich solche, die, wie die Flossen der eigentlichen Fische und der fischähnlichen Säuger, z. B. der Wale, der Delphine u. s. f., ausschließlich nur zum Schwimmen dienen, und dann zweitens solche, die wie die Beine der Frösche, der Schwimmvögel und mancher Säuger, nebstbei auch noch zur Ortsveränderung auf einem festen Medium, d. i. zum Gehen und Springen, ja zum Teil sogar zum Klettern benutzt werden. Da der Leser aber von vorn herein leicht glauben könnte, daß die ersteren, d. h. die zum ausschließlichen Gebrauch im Wasser eingerichteten Körperanhänge wirksamere Werkzeuge als die anderen seien, so muß ich ihm gleich sagen, daß dies nicht der Fall ist. Bei den betreffenden Wassertieren ist nämlich das die eigentliche Triebkraft erzeugende Organ der der Propellerschraube eines Dampfschiffes zu vergleichende Schwanz, während die in Rede stehenden paarigen Gliedmaßen, also die Flossen vorwiegend nur zum Steuern dienen. Daß aber die paarigen Schwimmgliedmaßen par excellence, d. h. die Fischflossen in der That hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit für die Fortbewegung den gleichnamigen Werkzeugen anderer Wirbeltiere meist weit nachstehen, lehrt uns nicht nur das in der Entfernung der Flossen bestehende Experiment, sowie die Thatsache, daß es auch ganz flossenlose Fische giebt, es ergiebt sich dies auch aus der mechanischen Beschaffenheit der betreffenden Einrichtungen selbst. Um es mit wenigen Worten zu sagen, stellen
: Fischflossen nur ganz kurze Ruderschaufeln dar, während an
n Schwimmgliedmaßen der anderen Tiere — man denke nur an
n Frosch — die Ruderplatten mit langen Stielen versehen sind
d jeder weiß, daß unter sonst gleichen Umständen lange Ruder,
vie lange Hebel überhaupt viel kräftiger als kurze wirken.

Fig. 129.



Hinterbein des Frosches. **Skeletteile:** A Durchschnitt durch das Hüft-, B durch das Sitzbein. Die Hauptgelenke sind durch † bezeichnet. os Oberschenkel. us Unterschenkel. Jw Sehr verlängerte aus zwei parallelen Stäben bestehende Fußwurzel (tarsus). mF Relativ freibewegliche Mittelfußknochen. Z1, Z2, Z3 Zehenglieder.

Muskeln: 1 Gesäßmuskel. 2 3köpfiger Unterschenkelstrecker (triceps femoris). 3 Birnförmiger Muskel (pyriformis). 4 2köpfiger Unterschenkelbeuger (biceps femoris). 5 Halbhäutiger Muskel (semimembranosus). 6 Schneidermuskel (sartorius) — letztere Muskeln erzeugen hauptsächlich die Seitenbewegungen des Unterschenkels —. 7 Großer Anzieher (adductor magnus). 8 Wadenmuskel. 8* Achillessehne geht über in die Hohlhandplatte (Aponeurosis plantaris). 9 Vorderer Schienbeinmuskel (tibialis ant.) — beugt den Fuß —. 10 Kurz Unterschenkelstrecker (extensor cruris brevis). 11 Hinterer Schienbeinmuskel (tibialis post 12 Langer Zehenbeuger (flexor digitorum longus). 12* Ende der zugehörigen Sehne 13 Abzieher der kleinen (hier großen!) Zehe. 14 Eigener Beugemuskel der 5. Zehe (flex dig. V. proprius). 15 Eigener Beugemuskel der Zehenglieder (flexor phalangum propriu 16 Quermuskel zwischen den Mittelfußknochen (transversus metatarsi) — zum Falten Schwimmhaut —. 17 Zwischenknochenmuskeln (m. interossei) —. (Original.)

Ich will nun den Leser an je einem Vertreter der erwähnten zwei Gruppen von schwimmenden Wirbeltieren mit den in Rede stehenden Einrichtungen etwas näher vertraut machen, und wollen wir uns zunächst mit Hilfe beistehender Figur 129, eins der allervorzüglichsten Schwimmwerkzeuge, nämlich das Hinterbein eines Frosches betrachten. Obwohl das knöcherne, durch Punktierung markierte Hebelwerk nicht ganz bloßgelegt ist, sieht der Leser doch so viel, daß es im ganzen eine geradezu überraschende Ähnlichkeit mit dem unserer Beine hat, insofern die gleichen Hauptteile, wie Oberschenkel (os), Unterschenkel (us) und Fuß und auch ungefähr in den gleichen Dimensions- und Stellungsverhältnissen wiederkehren. Aber nicht allein das System der Hebel, auch das der Zugvorrichtungen oder Muskel ist im wesentlichen das nämliche und so können wir füglich sagen, das Schwimmbein des Frosches ist seiner allgemeinen Konstruktion nach dasselbe, wie das unsere und der Unterschied besteht nur darin, daß es gewisse speziell der Schwimmbewegung angepaßte Besonderheiten besitzt. Diese Besonderheiten betreffen aber, wie zu erwarten, vorzugsweise nur den Endabschnitt, also den Fuß im engeren Sinn. Wie die Figur zeigt, hat zwar der Froschfuß u. a. auch das mit dem unserigen gemein, daß er sich in fünf gegliederte Endstrahlen oder Zehen spaltet; die einzelnen drei Glieder (z^1 z^2 z^3) der Froschzehen sind aber einschließlich der zugehörigen freien Mittelfußknochen (m s) viel länger als bei uns und sind ferner, was die Hauptsache, die betreffenden an die Finger eines Fledermausflügels erinnernden Spangen durch eine dünne, elastische und leicht faltbare Haut zu einer breiten Platte vereinigt, die el n das eigentliche Schwimmwerkzeug, oder die Ruderschaufel d rstellt. Von weiteren auf die Wasserbewegung bezüglichen A aptierungen des Fußgerippes mache ich dann noch auf zw ei aufmerksam. Zunächst auf das neben der kleinen Zehe (I befindliche Knöchelchen d, das gewissermaßen — Analoges fa den wir am Maulwurfvorderfuß — eine rudimentäre

sechste Zehe ist. Dasselbe gestattet der Schwimmhaut auch noch die Ausdehnung jenseits der erstgenannten Zehe. Dann beachte man noch die zum Teil freilich auch der Sprungbewegung zugute kommende bedeutende Längenentfaltung der zweistrahligen Fußwurzel (J w), die man als separaten Stiel der eigentlichen Ruderplatte ansehen kann. Selbstverständlich hat aber auch der zum Ruderfuß gehörige Muskelapparat manches Eigentümliche, zu dessen richtigen Verständnis wir aber ein paar Worte über die Bewegungsweise des Fußes vorausschicken müssen. Abgesehen davon, daß beim wirksamen Rückschlag ebenso wie bei uns das ganze Bein, ich meine der Ober- und Unterschenkel, gestreckt wird — es geschieht dies u. a. mittelst der mit 1 und 2 bezeichneten Muskeln — kommt hierbei als wesentlichster Faktor vor allem die Streckung des Fußes selbst in Betracht. Denken wir uns nun, daß die Ruderplatte nach hinten, also in der Richtung der Beugeseite der Zehen bewegt werde, so zeigt es sich, daß sie durch den Gegendruck des Wassers am freien relativ sehr dünnen Ende umgebogen wird. Eine solche die Kraft des Rückschlages schwächende Biegung der Ruderplatte resp. der sie stützenden Zehen-Spangen wird nun aber beim lebenden Tier durch die gleich zu besprechenden Muskeleinrichtungen verhindert. Der Hauptmotor oder Strecker des ganzen Fußes ist wie bei uns der kolossale Wadenmuskel (8), dessen Sehne aber in Form einer derben Platte oder Aponeurose (8*, 8**) die ganze Sohle oder Wurzel des Fußes bedeckt und am Ende mit den langen Zehenbeugern (12, 12*) verschmilzt. Letztere wirken aber offenbar dem erwähnten Umschlagen der Ruderplatte entgegen, indem sie, und zwar eben zum Teil im Verein mit dem Wadenmuskel die Zehenspitzen nach rückwärts ziehen. Außerdem besitzen aber speziell die Frosch zehen noch ganz besondere, uns sowohl wie den meisten andern Tieren völlig mangelnde Steifungsmuskeln. Es sind dies d kleinen mit 14 und 15 bezeichneten Stränge, die sich vom Mittel fuß zum ersten Zehenglied, und von diesem wieder zum zweiten erstrecken. Von anderweitigen Muskeln mache ich dann nc

auf jene Bänder (16) aufmerksam, welche sich zwischen den einzelnen Spangen der Ruderhaut befinden und diese, was begreiflicherweise sehr wichtig ist, beim Vorschlage zusammenfalten.[18])

Die langstieligen Ruderbeine der übrigen hier noch in Betracht kommenden Wirbeltiere können wir auf Grund des Gesagten sehr kurz abfertigen. Alle diese Bildungen wie z. B. die bekannten Schwimm- und Ruderfüße der Vögel (Fig. 130), dann die Schwimmbeine des Schnabeltieres, der Fischotter, des Bibers u. s. w. sind ebensogut wie beim Frosch gewöhnliche Beine, die aber dadurch zugleich die Wirksamkeit von Rudern erhalten, daß sich zwischen ihren bald mehr bald weniger verlängerten Zehen eine Bindehaut ausspannt. Eine Art Übergangsform von den langstieligen zu den kurzstieligen Rudern zeigen uns u. a. die schon als Flossen bezeichneten Schwimmgliedmaßen der Robben und der Schildkröten; da aber zur Besprechung aller einschlägigen Bildungen der Raum fehlt, will ich den Leser lieber gleich mit den echten oder typischen Flossen der eigentlichen Fische bekannt machen.

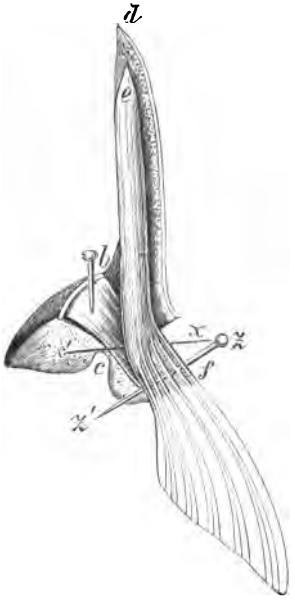
Fig. 130.

Ruderfuß eines Schwimmvogels (Phaeton).

Während die bekannten Ruder der Fischsäugetiere (Wale Delphine u. s. w.), so unähnlich auch ihr Äußeres den paarigen Gliedmaßen der nächstverwandten Tiere ist, doch immer noch die Hauptteile derselben, wie Ober- und Unterarm, Handwurzel, Mittelhand und Finger wenigstens am Skelett leicht erkennen lassen, haben die Flossen der eigentlichen Fische und namentlich der dem Leser am geläufigsten Knochenfische das Eigentümliche, daß ihr Skelett von dem bekannten Schema sehr beträchtlich abweicht. Wir können allerdings z. B. speziell betreffs der Brustflosse sagen, sie entspreche im wesentlichen einem Arm, an dem der Stiel auf Kosten der stark verbreiterten Endfläche oder Hand ungemein verkürzt ist; abgesehen davon aber, daß viel Phantasie dazu gehört, um daran etwas einem Ober- und Unterarm Vergleich-

bares zu finden, ist vor allem (Fig. 131) die Zahl der den Fingern zu vergleichenden, aber ganz anders gegliederten Schwimmhautspangen — der sog. Flossenstrahlen — eine weit größere als bei irgend welchen anderen Wirbeltieren, und die Hand der letzteren kann also höchstens als ein Teil einer Fischflosse gelten.

Fig. 131.



Rechte Brustflosse samt Traggerüst vom Karpfen von der Innen- oder Streckseite. (Original.)

Worauf ich hier aber den Leser, dem die äußere Beschaffenheit und der mechanische Charakter der Fischflossen ja ohnedem hinlänglich bekannt ist, hinweisen möchte, das sind einige der wichtigsten Muskeln, die zur Bewegung dieser Ruder dienen, wobei wir aber, da unsere Figur nur die Streckseite veranschaulicht, von den Beugenmuskeln ganz absehen. Man beachte nun folgendes. Zunächst die Axe x x', um welche sich die ganze Flosse dreht, und dann die Axe Z. Z.', um die sich die mit besonderen Gelenken versehenen Strahlen drehen. Dieser Doppelbewegung entsprechen nun auch die vorhandenen Muskeln. Das starke tiefliegende Faserbündel b c., das vom sog. Schlüsselbein b c entspringt, bewirkt nämlich die erstgenannte Drehung, das andere lange Bündel e f., welches auf einem dem Schulterblatt verglichenen Knochen aufliegt, streckt oder hebt dagegen nur die Strahlen. Was aber an diesen Fischflossenmuskeln das meiste Interesse gewährt, das sind ihre zahlreichen überaus feinen Sehnen, die nicht unähnlich den Ketten- oder Zettelfäden eines Webstuhles sich gegenseitig verflechten und durchdringen.

Ich habe — und dies insbesondere bei der Besprechung der paarigen Stammgliedmaßen — schon wiederholt das Wort „Anpassung" gebraucht, ohne mich je in bestimmterer Weise darüber auszulassen, was dasselbe eigentlich zu bedeuten hat. Es soll damit, um es ganz kurz zu sagen, ausgedrückt werden, daß allen diesen Werkzeugen das gleiche Konstruktionsprinzip oder dieselbe Anlage zu grunde liegt und daß ihre bekanntlich oft sehr große äußere Verschiedenheit daher rührt, daß die ererbte Grundform derselben je nach den besonderen Lebensbedingungen, unter welchen die betreffenden Werkzeuge zur Anwendung gelangten, bald in dieser, bald in jener Weise verändert wurden, wobei wir freilich über das eigentliche „wie" der Umwandlung noch ziemlich im Unklaren sind.

Die Richtigkeit der ausgesprochenen Anschauung, die, wie leicht einzusehen, auch für die sachgemäße Beurteilung der rein mechanischen Verhältnisse der tierischen Organe von großer Wichtigkeit ist, tritt aber kaum wo so klar und anschaulich hervor, wie bei der Betrachtung der Flugwerkzeuge der Wirbeltiere und insbesondere der Vögel.

Jeder Leser, der noch nichts über den innern Bau eines Vogelflügels gehört hat, wird, so glaube ich wenigstens, von vornherein der Meinung sein, daß dieses bewundernswerteste aller Flugwerkzeuge, ähnlich wie dies bei künstlichen Flügeln der Fall ist, nach einem ganz besonderen, eben auf das Fliegen berechneten Plane oder Entwurf gebaut sei und daß speziell das die Federn tragende feste Gerüste oder Sparrenwerk desselben eine ganz andere Form wie bei den übrigen Stammgliedmaßen der verwandten Tiere besitze. Und doch ist dem ganz und gar nicht so. Betrachten wir nämlich einen skelettierten Vogel, wie ein solcher in Fig. 132 dargestellt ist, so erkennen wir auf den ersten Blick, daß der Vogelflügel im wesentlichen dasselbe wie unser Arm ist.

Ein ganz kurzer Detailvergleich wird dies noch deutlicher machen.

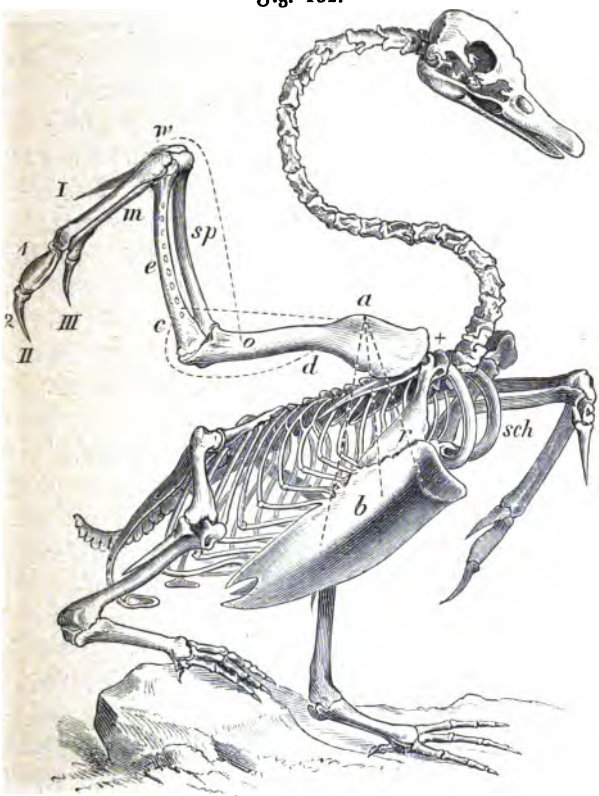
Beginnen wir mit dem am Stamm eingelenkten Flügelknochen (a o), so ist die Ähnlichkeit desselben mit unserm Oberarm — ganz abgesehen von der Gleichheit der Lage des Gelenkes zwischen Schulter und Schlüsselbein (s c h) — eine ganz überraschende. Nicht minder gilt dies aber auch vom nächsten Abschnitt, der, genau so wie unser Unterarm aus zwei parallelen Stäben, aus der Elle (e) und der Speiche (s p) besteht. Eine gewisse Abweichung vom Grundtypus zeigt nur der mit der Hand zu vergleichende Endteil; indessen dürfte es dem Leser namentlich unter Zuhilfenahme eines Straußflügels nicht schwer sein in den mit I. II. und III. bezeichneten Griffeln drei Finger zu erkennen, von denen der der Handwurzel (w) am nächsten stehende offenbar dem Daumen entspricht, denn letzterer liegt ja auch bei uns weiter als die übrigen Phalangen zurück. Bemerkt sei nur noch, daß der mit m bezeichnete Knochen die verschmolzene Mittelhand des 2. und 3. Fingers vorstellt und daß der 2. Finger zwei Glieder (1 und 2) besitzt, während die anderen nur eingliederig sind.

Mit Rücksicht auf die naheliegende Frage, wie so denn ein unserm Arm gleichendes zickzackförmiges Hebelsystem auch zum Fliegen geeignet ist, muß ich zunächst, was auch dem Verständnis des folgenden zu gute kommen wird, ein paar Worte über den betreffenden Vorgang selbst sagen.

Das Fliegen oder das Rudern in der Luft, wie wir es auch nennen können, beruht, genau so wie das Rudern im Wasser auf einer Einrichtung, vermöge welcher die Ruder- oder Schwungfläche beim unwirksamen Schlag nach vorne eventuell nach oben kleiner gemacht werden kann, als sie beim wirksamen Schlag nach hinten resp. nach unten ist. Eine solche Einrichtung ist nun eben auch u. a. die zickzackförmige Stellung der drei d Flügel bildenden Hebel. Diese gestattet es nämlich, daß i Flügelfläche beim Senken ausgespannt oder erweitert, be Heben dagegen mehr oder weniger zusammengefaltet oder v kleinert werden kann.

Nun müssen wir aber auch sehen, welches denn die besonderen Anpassungen des Flügelskelettes sind, die diese Werkzeuge

Fig. 132.



Skelett eines Schwanes. Skeletteile: sch Schlüssel(Gabel)bein. b Großes schildförmiges Brustbein (sternum) mit Kamm. F Rabenschnabelbein (coracoid). a Oberarm. sp. Speiche. e le. w Handwurzel. m Mittelhand. I Daumen. II Zweiter zweigliedriger, III Dritter e liedriger Finger.
Flugmuskeln: (Duch Punktlinien angebeutet): ab Großer Brustmuskel (der die Flügel herabzieht). ac Vorderarmbeuger. dc Strecker. ow Handstrecker.

t allen andern zum Fliegen geschickt machen. Wie sich schon c dem früheren ergiebt, sind dieselben keineswegs sehr auf-

fallend und speziell an dem am meisten betroffenen Endabschnitt weit geringer wie bei vielen andern mit besonderen Extraleistungen betrauten Vordergliedmaßen, z. B. am Pferdefuß oder an der Maulwurfsgrabschaufel. Eine auf den ersten Blick ganz unansehnliche, aber trotzdem äußerst wichtige Anpassung zeigt uns zunächst das in unserer Figur unterhalb der Marke + liegende Oberarmgelenk. Dasselbe ist nämlich noch viel freier als das unserige und brauche ich bezüglich der mechanischen Bedeutung dieser Einrichtung nur kurz daran zu erinnern, daß der Flügel nicht nur starke Exkursionen nach oben und unten macht, sondern daß er auch geradeso wie ein Ruder namentlich beim Übergang aus der wirksamen in die unwirksame Stellung eine starke Drehung um die eigene Axe ausführen muß. — Sehen wir von der eigentümlichen, in kurzem ohnedem schwer zu beschreibenden Konstruktion gewisser anderer zum Teil spiraliger Gelenke ab, so ist als die wichtigste Anpassung noch die bedeutende Verlängerung sämtlicher Hebel insbesondere aber der Hand hervorzuheben. Daß zunächst der Ober- und Unterarm des Vogels relativ viel länger als bei uns ist, ergiebt sich schon aus dem Umstande, daß der Ellbogen in der Ruhelage hinter das Hüftgelenk zurückreicht, und sei auch noch bemerkt, daß der Unterarm namentlich bei starken Fliegern, wie beim Adler z. B. beträchtlich länger als der Oberteil ist. Über die Bedeutung dieser starken Längenausdehnung des Flügelskelettes und insbesondere jener des Unterarms und der Hand brauche ich nicht viel Worte zu machen. An den letztgenannten Hebeln inserieren sich nämlich die die Flugplatte bildenden großen Schwungfedern, und es ist klar, daß solcher Federn um so mehr Platz haben, je länger die Ansatzlinie ist.

Weit auffallender als die Anpassungen, die man am Hebelwerk des Flügels findet, sind jene, die sich auf den die Flügel tragenden Knochengürtel sowie auf das Stammskelett überhaupt beziehen. In ersterer Hinsicht wolle der Leser an unserer Figur die doppelte durch die Schlüssel- (sch) und Raben-

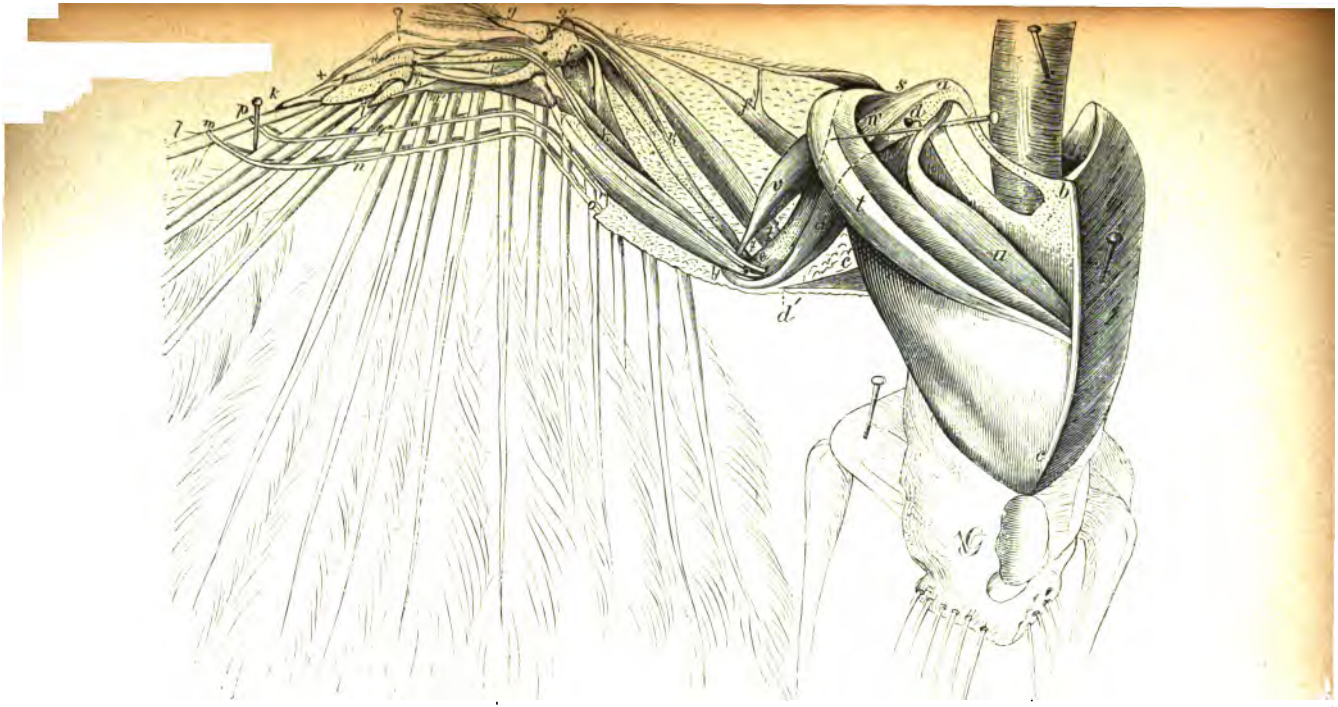
schnabelbeine (F) hergestellte Verbindung zwischen Schulterblatt und Brustbein und dann vor allem die ganz enorme Größenentfaltung des letzteren (b) ins Auge fassen. Was dagegen das Skelett des Rumpfes betrifft, so fällt u. a. die teilweise Verschmelzung der betreffenden Wirbel und dann das durch eigene Querfortsätze bedingte überaus feste Gefüge der durch die Rippen gebildeten Seitenteile auf. Durch alle diese Einrichtungen erhält der durch die Thätigkeit der Flügel zu bewegende Rumpf die Festigkeit eines Schiffskörpers und in der That verleiht ihm der kielartig nach unten vorspringende Kamm des riesigen Brustschildes eine gewisse Ähnlichkeit mit einem solchen.

Möchte aber auch das Hebelwerk des Flügels noch so sinnreich konstruiert, die durch die Federn gebildete Platte noch so weitgreifend und leicht und möchte endlich auch der Rumpf selbst vermöge seiner zahlreichen, Knochen und Weichteile durchdringenden Luftsäcke und anderer Einrichtungen noch so leicht zu heben sein, mit Rücksicht auf die außerordenlich geringe Dichtigkeit des Mediums, in welchem der immerhin sehr schwere Vogelleib emporgehoben werden soll, würde dies doch nicht gelingen, wenn nicht auch die zur kraftvollen Bewegung und zur gehörigen Dirigierung der mächtigen Luftruder nötigen Motoren vorhanden wären.

Mit einigen der allerwichtigsten dieser Bewegungseinrichtungen will ich nun den Leser mit Hilfe des in der Fig. 133 dargestellten und eigens für unsere Zwecke gefertigten Präparates kurz bekannt machen. Dabei schicke ich noch — und dies vereinfacht wesentlich meine Aufgabe — voraus, daß es sich mit der Muskulatur des Flügels ähnlich wie mit dem Skelett verhält, d. h. daß dieselbe im wesentlichen die gleiche wie an unserem Arm ist und daß die Abweichungen sich vorwiegend nur auf die relative Stärke einzelner dieser Zugvorrichtungen erstrecken. Letzteres zeigt sich, um nun gleich zur Sache selbst zu kommen, bei keinem aller Flügelmuskeln in höherem Grade als am großen vom Oberarm zum Brustbein gehenden Brustmuskel stc, der,

was uns bei der großen Ausdehnung des Brustschildes auch nicht wunder nehmen wird, bei manchen Vögeln ein größeres Gewicht als der gesamte übrige Körper besitzt. Der in Rede stehende Muskel bedarf aber auch einer so starken Entfaltung, denn er ist es ja eben, welcher, wie die Punktlinie a b in Fig. 135 noch deutlicher macht, den ganzen Flügel nach unten schlägt und dadurch den zum Heben des Körpers nötigen Gegendruck der Luft erzeugt. Von andern Muskeln zeigen dann vor allem die zum Ausspreizen des anfangs zusammengeklappten Flügels bestimmten Strecker, wie der Ellbogenstrecker d b' (Fig. 132 d c) und der Handstrecker z' g' (Fig. 132 o w) und desgleichen auch der zum Aufheben der ganzen Schwinge dienende Deltamuskel (a n') eine starke Entwickelung, hinter der aber die gewisser Beuger, wie z. B. des Ellenbogenbeugers v z (Fig. 132 a c) und des Handbeugers b' i' nicht viel zurückbleibt. Was, um von den diversen Drehmuskeln ganz abzusehen, die Beweglichkeit der einzelnen Handteile betrifft, so ist dieselbe fast ebenso groß und der zugehörige Muskelapparat ebenso kompliziert, wie an unserer eigenen Hand. Unter anderen beachte man nur den Streckmuskel des den sogen. Eckfittich (g) tragenden Daumens h' g, weiter die gleichfalls am Unterarm (bei k') entspringenden langsehnigen Strecker des langen Fingers (I und II), sowie allenfalls noch den von der Mittelhand (m') ausgehenden Beuger des dritten Fingers (i).

Zunächst noch ein paar Worte über den höchst interessanten Mechanismus zur Entfaltung der großen Schwungfedern. Aus unserer Figur ersieht man, daß die Stiele oder Spulen der großen Schwungfedern der Hand und des Unterarmes durch zwei elastische, ein kompliziertes Netzwerk feinerer Fäden bildende Bänder p q o und m n o untereinander verbunden und zugleich mit dem festen Rumpf verknüpft sind. Wird nun das Hebwerk des Flügels durch die schon oben kurz erwähnten Streckmuskeln (d b, z' g', k' k u. s. f.) ausgespreizt, so ist klar, daß auch die daran befestigten Schwungfedern auseinander gezogen



Rechter Flügel d. Taube v. d. Unterseite. Skeletteile (punktiert): ab Gabel- obd Brustbein. de Oberarm. ef Vorderarm. f Handwurzel. g Daumen. fh Mittelhand. hi Erster Finger. hk Zweiter Finger. kl Federschaft. Muskeln: sto Großer Brustmuskel (pectoralis major). au Unterer Schlüsselbeinmuskel (subclavius). aw Deltamuskel. vz 2köpfiger Armbeuger (biceps). d'b' 3köpfiger Armstrecker. o'd' Ausspanner der hinteren Flughautfalte. se' Ausspanner der vorderen Flughautfalte. zg' Speichen-Handstrecker. hg Daumenstrecker. ei' Ellen-Handbeuger. k†† Gemeinsamer Strecker der Finger. k'† Ausstrecker des langen Fingers. l'† Kurzer Ausstrecker des Fingers. m'i Kurzer Beuger des Fingers. pqo oberes, mno unteres elastisches Band am Grunde der Federn. (Original.)

und speziell am langen Finger nach außen, d. i. gegen die Flügelspitze gewendet werden und begreift man ferner auch, daß die früher genannten elastischen Bänder eine starke Anspannung erfahren. Erschlaffen aber dann wieder die Streckmuskeln und hört also der gegen die Flügelspitze gerichtete Zug auf die Federbänder zu wirken auf, so ergiebt sich von selbst, daß letztere die Federn wieder nach innen bewegen. Man hat es also hier mit einem die Beugemuskeln unterstützenden Schnellapparat zu thun.

Fig. 134.

Skelett einer Fledermaus (Blattnase Phyllostoma hastatum), nach D'Alton. oa Oberarm. va Vorderarm. w Handwurzel. I Daumen. II—V Finger. m Sehr verlängerte Mittelhand. f1—f3 Sehr verlängerte Fingerglieder.

Der Vogelflügel hat aber, nebst der von den Federn zusammengesetzten elastischen Platte auch noch eine durch flächenhafte Ausbreitung der allgemeinen Körperdecke gebildete eigentliche Flughaut und unsere Figur zeigt, daß diese hauptsächlich in de Ellbogengegend stark entwickelte und nur schwach befiedert Membran auch mehrere besondere Muskeln (z. B. sfe' und c' d zu ihrer Anspannung besitzt.[19])

Die eben erwähnte Flughaut des Vogelflügels bietet un

zugleich den besten Übergang zu den bekannten Flug- oder richtiger Flatterwerkzeugen der Fledermäuse und einiger anderer Wirbeltiere, die ich aber nur ganz flüchtig berühren kann.

Wie beistehende Figur 134 versinnlicht, haben die zum Flug adaptierten Vordergliedmaßen der Flattertiere u. a. das mit den Vogelflügeln gemein, daß der Vorderarm v a und insbesondere die Hand stark verlängert ist, während der Hauptunterschied vor allem der ist, daß hier die eigentliche Flugplatte nicht durch besondere Anhänge der Haut, ich meine durch Federn, sondern und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung durch diese selbst gebildet wird. Letzteres, also die starke Entfaltung der Haut an den Vordergliedmaßen bedingt aber wieder einen weiteren Unterschied, nämlich den, daß zum Stützen derselben statt der fehlenden Federschäfte die Mittelhandknochen (m) und die Finger (II – V) der Hand herangezogen wurden. Nicht uninteressant ist dann u. a. noch die Vergleichung des an der auffallenden Verlängerung dieser Flughautspangen nicht beteiligten Fledermausdaumens (I) mit dem des Vogelflügels. Ersterer hat hier nämlich mit dem Fluge gar nichts zu thun, sondern dient vermöge seiner langen Kralle nur als Aufhängehaken.

VIII. Kapitel.

Mechanische Einrichtung und Bedeutung des hinteren Körperanhanges.

Da wir selbst — wenigstens im normalen Zustand — jenes eigentümlichen hinteren Anhanges, der den Namen Schweif oder Schwanz führt, entbehren, so sind wir leicht geneigt, die mechanische Bedeutung dieses Körperteiles zu unterschätzen oder in gar nur für eine überflüssige Beigabe anzusehen.

Und doch ist der Schwanz, wenigstens bei den meisten ieren, ein so wichtiges äußeres Werkzeug als irgend ein anres ja in manchen Fällen muß man ihn, wie wir sehen erden, geradezu als einen unentbehrlichen Bestandteil der

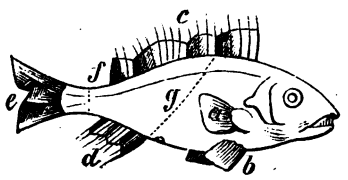
tierischen Maschine betrachten. Das eben angedeutete Verhältnis, daß nämlich der mechanische Wert des Schwanzes bei den verschiedenen Tieren ein sehr ungleicher ist, soll gleich noch etwas bestimmter gefaßt werden. Die Sache ist die, daß dieser Anhang bei den niedersten Wirbeltieren, den Fischen sowie bei vielen Lurchen und Reptilien, bei denen die paarigen der Ortsveränderung dienenden Stammgliedmaßen entweder nur sehr schwach, oder wie z. B. bei den Schlangen (und manchen Fischen) gar nicht ausgebildet sind, das Hauptorgan der Bewegung ist, während er bei den übrigen Formen und zwar in demselben Grade, als das Geschäft der Lokomotion auf andere Werkzeuge übergeht, eine immer größere Rückbildung erfährt und schließlich zu einem bloßen Neben- oder Hilfsorgan herabsinkt. Indem aber der Schwanz seine ursprüngliche Fähigkeit verliert wird er wieder, aber selbstverständlich in veränderter Form, zu gewissen anderen und zum Teil höchst sonderbaren Funktionen verwendet, und wäre es, wie ich wohl kaum zu erwähnen brauche, von ganz besonderem Interesse, diese Metamorphosen näher kennen zu lernen, also beispielsweise zu erfahren, welche Wandlungen der Schwimmschwanz eines Fisches wohl durchzumachen hatte, bevor er als Greifschwanz eines Affen oder etwa als Fliegenwedel eines Pferdes zum Vorschein kam.

Im folgenden will ich den Leser zunächst in Kürze mit dem Schwimmschwanz der Fische bekannt machen.

Beobachtet man einen der gewöhnlichen Aquariumfische, so wird man vor allem bemerken, daß das, was man Schwanz im weiteren Sinne dieses Wortes nennt, nicht wie bei den höheren Tieren ein bloßer Anhang des Körpers oder Stammes ist, sondern daß sozusagen der Stamm selbst größtenteils nur Schwanz ist. In Figur 135 ist die ungefähre Grenze zwis[illegible] Stamm und Schwanz — eine wirkliche existiert ja nicht [illegible] durch die Punktlinie g angedeutet und wolle man gleich [illegible] beachten, daß zum Schwanz in dieser Fassung nicht nur [illegible] eigentliche Schwanzflosse (e) mit ihrem Stiel f, sondern [illegible]

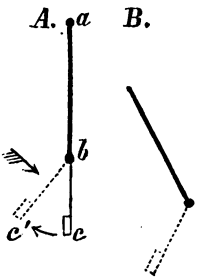
noch die sogen. Rücken- (c) und die Afterflosse (d) gehört und zwar auch insofern, als diese drei unpaarigen Flossen ursprünglich, d. i. beim jungen Fisch, meist unmittelbar ineinander übergehen. Indem ich bezüglich der mechanischen Bedeutung dieses dünnhäutigen, durch elastische Spangen, die Flossenstrahlen, gestützten Schwanzsaumes vorläufig nur bemerke, daß es sich hierbei in erster Linie wieder um eine mit wenigem und leichtem Materiale hergestellte bedeutende Vergrößerung der Ruderfläche handelt, soll dem Leser nun zunächst erklärt werden, wie durch dieses ebenso einfache als sinnreiche Werkzeug die wichtigsten Bewegungen des Fisches zu stande kommen.

Fig. 135.



Flußbarsch, schematisch. a Vordere, b Hintere paarige Stammgliedmaßen (Brust- u. Bauchflossen). c Rückenflosse. d Afterflosse. e Schwanzflosse.

Fig. 136.



Denken wir uns unter der Linie a b in Fig. 136 A ein in einem stehenden Wasser befindliches Schiff, ferner unter b c ein gerade nach hinten gerichtetes Ruder, und nehmen wir dann an, daß letzteres zur Seite und zwar nach links, in die Position b c' gebracht wird. Die dadurch bewirkte Lageveränderung (Fig. B) besteht nun bekanntlich darin, daß sich das Schiff infolge des durch den größeren Pfeil versinnlichten Rückstoßes des Wassers erstens das fixiert zu denkenden Vorderteil (a) nach der entgegengesetzten Richtung, d. i. nach rechts dreht, und daß es sich zweitens zugleich — man beachte die Richtung des Pfeiles — etwas nach hinten bewegt. Ganz analog verhält es sich nun auch, wie man im Aquarium leicht beobachten kann, mit dem

Fisch, wenn er seinen vertikalen Ruderschwanz zur Seite schlägt. Auch er erfährt dann mit seinem Hinterteil eine Wendung nach der entgegengesetzten Richtung und wird zugleich, wenn nicht das Spiel der paarigen Flossen dies verhindert, eine Strecke nach rückwärts geschoben. Wie die empfohlene Beobachtung im Aquarium weiter lehrt, ist aber die Steuerung des Fisches vermittels seines Schwanzes eine ungleich vollkommenere als bei irgend einem künstlichen Wasserfahrzeug. So viel ich weiß, ist keines der letzteren imstande, in einem und demselben Augenblicke den Kours zu ändern und zugleich sich völlig umzudrehen, während die Fische dies lokomotorische Kunststück mit größter Leichtigkeit ausführen. Diese große Überlegenheit des Fisches über die ihnen bekanntlich sonst d. i. in der äußeren spindelförmigen Gestalt nachgebildeten künstlichen Wasserfahrzeuge beruht aber vor allem darauf, daß beim Fisch das Verhältnis zwischen der Länge des hinteren Steuerruders und des zu bewegenden festen Stammes einer großen Veränderung fähig ist. Will der Fisch nur eine geringe Schwenkung ausführen, so benutzt er hierzu lediglich die Endflosse, indem er dieselbe ganz nach Art des bekanntlich sehr kurzen, aber hohen Schiffssteuerruders etwas zur Seite schlägt. Anders ist es, wenn er plötzlich kehrt macht. In diesem Fall wird nämlich sozusagen der ganze Körper zum Steuerruder, indem der Fisch mit Hilfe seiner überaus kräftigen Muskulatur den ganzen Hinterteil mit einem raschen Ruck hakenförmig zusammenkrümmt und zugleich, um das Umwenden zu erleichtern, den Kopf in die betreffende Richtung bringt. Bei der in Rede stehenden Drehbewegung kommt aber als treibende Kraft nicht nur der Widerstand des Wassers, sondern auch, was vielfach zu wenig berücksichtigt wird, die Elastizität des gebogenen Körpers in Betracht, und kann der Leser leicht mit Hilfe eines entsprechend gekrümmten spanischen Rohres sowohl die Dreh- als die Vor- und Rückwärtsbewegung nachahmen.

Wenn eine Bewegung des Fischschwanzes aus der mit dem Stamm zusammenfallenden Ruhelage gegen die Seite außen de

Drehung, wie wir gesehen haben, auch eine Verschiebung nach hinten zur Folge hat, so versteht es sich von selbst, daß dann die entgegengesetzte Aktion, ich meine die durch Fig. 137 A versinnlichte Bewegung des Schwanzes aus der Seitenstellung (b c) gegen die Ruhelage (b c') auch die umgekehrte Wirkung (B) hat, beziehungsweise also eine Vorwärtsbewegung verursacht.

So leicht aber die schiefe Vorwärtsbewegung des Fisches vermittels der Schwanzsteuerung zu begreifen ist, so schwer hält es über die durch das gleiche Werkzeug verursachte gerade Vorwärtsbewegung ganz klar zu werden. Wie man im Aquarium, wenn man einen sich vorwärtsbewegenden Fisch von hinten be-

Fig. 137.

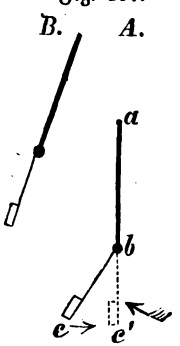
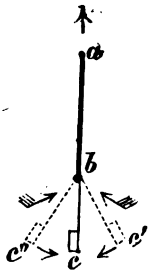


Fig. 138.



trachtet, leicht sehen kann, ist zunächst nur das Eine sicher, daß das Geradeausschwimmen auf einem raschen Hin- und Herschlagen des Schwanzes beziehungsweise, bei langsamerer Bewegung, auf einer Vibration der Schwanzflosse beruht. Ferner hat man sich hierbei, wie dies das Schema Fig. 138 veranschaulichen soll, vorzustellen, daß die gerade Vorwärtsbewegung die Resultierende zweier (durch die befiederten Pfeile angedeuteten) schief gegeneinander und nach vorne gerichteten Teilbewegungen ist. Was aber das Verständnis des in Rede stehenden Vorganges so schwierig macht, ist, wie der denkende Leser an der Hand unserer Figur wohl schon selbst gefunden hat, die Frage, wie denn der

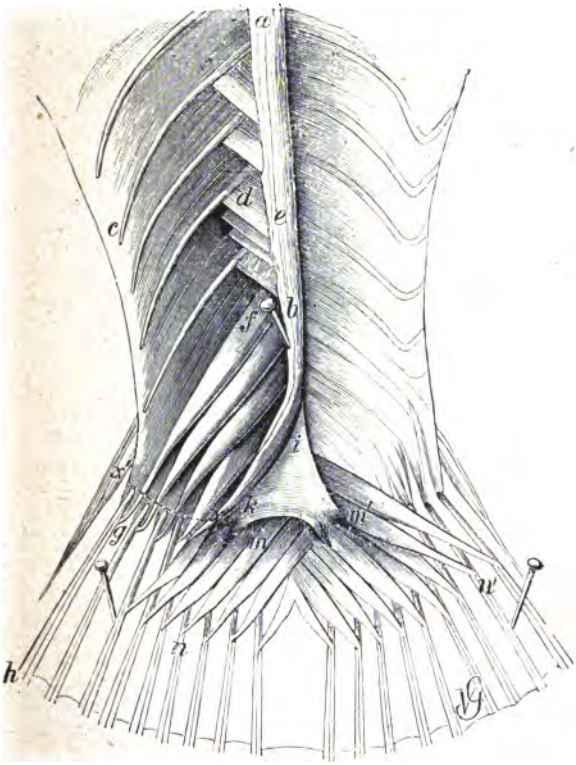
Schwanz eigentlich hin- und herbewegt werden muß, damit die durch die Bewegung gegen die Ruhelage erzeugte vorwärtstreibende Kraft nicht wieder durch die entgegengesetzte Bewegung aufgehoben wird.

Ohne mich in eine Erläuterung der vielen hierüber aufgestellten z. T. aber sich ganz widersprechenden Theorieen einzulassen, möchte ich den Leser nur auf eine Einrichtung aufmerksam machen, auf die, wie mir scheint, im allgemeinen viel zu wenig Gewicht gelegt wurde. Im früheren Kapitel wurde erwähnt, daß die kräftige Ruderwirkung der Schwimmbeine, z. B. jener des Frosches, der Wasservögel u. s. w. darauf beruht, daß die sogenannte Schwimmhaut bei der Ausführung des unwirksamen „Vorschlages" zusammengefaltet, oder daß mit anderen Worten die Ruderfläche verkleinert wird. Ganz dieselbe Eigenschaft der Faltbarkeit oder Verkleinerungsfähigkeit besitzen nun auch, wie schon Fig. 135 andeutet und wie man überdies im Aquarium jeden Augenblick beobachten kann, die unpaaren Fischflossen und so darf man wohl auch mit Fug und Recht annehmen, daß u. a. gerade auch diese Einrichtung beim Geradeausschwimmen eine wichtige Rolle spielt.

Der Leser wird sich aber, glaube ich, mit dieser Ansicht noch mehr befreunden, wenn er an dem eigens für ihn gezeichneten Präparat in nachstehender Figur 139 den überaus sinnreichen Faltungsmechanismus selbst betrachtet. Derselbe besteht zunächst aus den mit m n und m' n' bezeichneten Muskeln. Wenn sich diese verkürzen, so werden sie offenbar die den Spangen eines Fächers gleichenden Flossenstrahlen einander nähern also die Flosse zusammenfalten. Beachten wolle man noch, daß ein gleiches Flossenstrahlenschnürwerk auch auf der andern Seite sich befindet und daß ferner auch die unteren Zipfel k, l der dreieckigen Muskelplatte i k l demselben Zwecke dienen. Das Au spannen oder Entfalten des Schwanzfächers ist dagegen Aufgabe der Muskeln f g, die aber zugleich auch, wenn nur auf einer Seite wirken, die Beugung hervorbringen. Letz aber geschieht so, daß die einzelnen Flossenstäbchen (z. B. g

ähnlich wie in dem Fall, wenn wir auf den Kopf eines auf dem Tisch liegenden Bleistiftes drücken, durch die erwähnten Muskeln

Fig. 139.



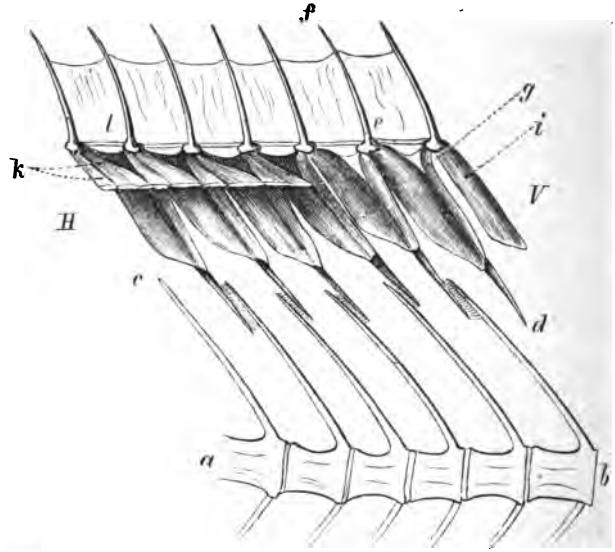
Seitenansicht des Schwanzes eines Karpfen mit abgestutzter Flosse. aeb nach der Länge verlaufender Strang der Stammmuskeln. ac Untere rippenartige Bogenfortsätze. ed schiefzende Muskelplatten des Stammes. xx' bezeichnet die Lage der Gelenke der Flossenstrahlen. Muskeln zum Seitwärtswenden der Flossenstrahlen mn, m'n' Muskeln zum Zusammenschnüren oder Falten der Flosse. (Original.)

die Höhe gehoben werden. Von anderen an unserem Präparat ofgelegten Teilen der Schwanzmuskulatur beachte man noch Blätter d e, welche dütenförmig ineinandersteckende größere

Pakete bilden und die schon mehr erwähnten Stammbiegungen veranlassen.

Bei der Vorwärtsbewegung des Fisches mittels der Schwanzflosse kommt es übrigens auch, genau so wie bei jener eines Kahnes, den man bekanntlich mit Hilfe eines einzigen am Hinterteil befindlichen Ruders vorwärts bringen kann, auf die Geschwindig-

Fig. 140.



Mechanismus zur Bewegung der Rückenflosse der Fische (Karpfen). ab Wirbelsäule. ac Obere grätenartige Dornfortsätze de Flossenträger mit letzteren durch Bandmasse verknüpft. ef Strahlen der Rückenflosse. g Muskeln zum Niederziehen der Flosse. i zum Aufrichten. k zum Seitwärtsbiegen derselben. le Elastisches Band an der Basis der Strahlen. (Original.)

keit und vor allem auf die Stellung oder Neigung des Ruderblattes, in der es die Mittellage passiert, an.

Nun noch ein paar Worte über die Rücken- und Afterflosse. Diese hauptsächlich zum leichteren Balanzieren des seitlich meist stark zusammengedrückten Fischleibes dienenden Hautsäume sind bekanntlich nicht minder beweglich, wie die Endflosse. Sie können erstens der Länge nach niedergelegt und wieder auf-

gerichtet werden und sie haben dann zweitens, ähnlich wie die Endflosse, die Fähigkeit sich nach rechts und links zu biegen sowie durch Verbindung dieser zwei Lageveränderungen, wellen- oder schraubenartige Bewegungen auszuführen wodurch sie auch für die Vorwärtsbewegung förderlich werden. Fig. 140 und 141 sollen dem Leser einen Begriff vom ganz eigentümlichen Mechanismus dieser Werkzeuge geben. Wie zunächst Fig. 140 zeigt, sind an den oberen Dornfortsätzen (c) der Wirbelsäule (a b) eine Reihe eigentümlich geformter, meist dolchartiger Knochenplatten (d e, Fig. 141 d c) angelötet. Dies sind die Träger der Spangen (e f) der Rückenflosse, die an der Basis (Fig. 141) ein Kugelgelenk bilden und mit kleinen Handhaben (f u. h) zum Ansatz der betreffenden Zugbänder (f g, h i, h k ꝛc.) versehen sind. Die zugehörigen Muskeln selbst sind in Fig. 140 zu sehen. Offenbar dienen die hinteren Stränge g zum Niederlegen, die vorderen (i) zum Aufrichten und die dem Beschauer zugewendeten (k), welche nicht von den Flossenträgern. sondern von der äußeren derben Haut entspringen, zur seitlichen Bewegung. Außerdem spannt sich noch zwischen den aufeinanderfolgenden Flossenstrahlen ein elastisches Band (l) aus, das die Wirkung der niederziehenden Muskeln unterstützt [20]).

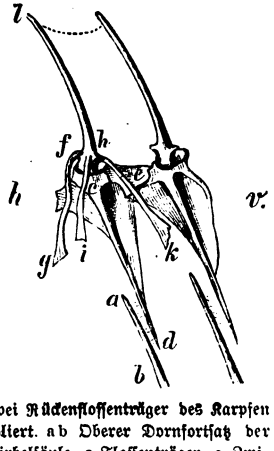


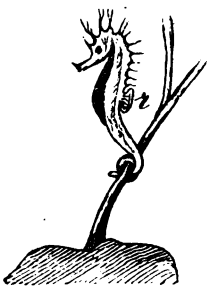
Fig. 141.

Zwei Rückenflossenträger des Karpfen isoliert. a b Oberer Dornfortsatz der Wirbelsäule. c Flossenträger. e Zwischenstück. h k Sehne des Flossenaufrichters. f g des Niederziehers. h i des Seitwärtswenders. (Original.)

Der Schwanz der Fische behält aber nicht bei allen diesen Tieren den eben behandelten Charakter eines Ruderwerkzeuges bei, sondern er zeigt auch bereits schon innerhalb dieser Klasse gewisse der eingangs angedeuteten Umwandlungen. Eine solche Umwandlung liegt u. a. im oft mehr als körperlangen peitschenförmigen Schwanz der Rochen vor, bei denen er — oft aus-

gerüstet mit Reihen scharfer Dornen oder Widerhaken oder gar mit einem besonderen dolch- oder pfeilartigen Instrumente, das neben seiner Wurzel hervorragt — eine der gefährlichsten Waffen darstellt, die die so reich versorgte Rüstkammer der Wirbeltiere aufweist. Eine andere besonders auffallende Anpassung bietet uns ferner der Schwanz der büschelkiemigen Fische, z. B. jener der Seepferdchen. Bei diesem auch in manchen anderen Punkten ganz abweichend gestalteten Geschöpfen, die man in gewisser Hinsicht, weil sie nämlich im Gezweig der Tange und anderer Seegewächse herumklettern, die Affen unter den Fischen nennen könnte, ist, vergleiche beistehende Figur 142, das lang ausgezogene Hinterende ganz so wie bei den eben erwähnten Säugern, zu einem Greif- oder Wickelschwanz umgestaltet, während die Lokomotion vorwiegend von der einem sich rasch drehenden Rädchen nicht unähnlichen kleinen Rückenflosse (r) besorgt wird.

Fig. 142.

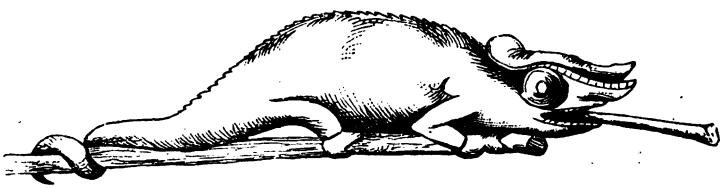


Seepferdchen (Hippocampus antiquum).

Doch es ist Zeit, daß wir auch noch eine flüchtige Umschau über die wichtigsten Schwanzformen der übrigen Wirbeltiere halten. Überaus lehrreich sind in dieser Beziehung vor allem die Amphibien. Bei ihnen zeigt es sich nämlich am allerdeutlichsten, daß, wie eingangs angedeutet wurde, die diversen Wandlungen, denen der Schwanz unterworfen ist, eine Folge veränderter Lebensbedingungen sind. Wie jeder Leser weiß haben nämlich die Lurche wie z. B. die Frösche und Kröten, solange sie als sogen. Kaulquappen ausschließlich nur im Wasser leben, einen langen Ruderschwanz, der, wenn sie endlich ans Land steigen, entweder ganz abgeworfen wird, oder aber den breiten Hautsaum verliert und — man denke an die Landsalamander — die bekannte drehrunde Form annimmt, die man als Landschwanz-Form bezeichnen könnte.

Ein ähnlicher Gegensatz zeigt sich dann auch bei den Reptilien, unter denen die vorwiegend nur im Wasser lebenden wie z. B. die Krokodile, die Seeschlangen u. s. w., einen breiten Ruderschwanz besitzen, während sich die Landformen, wie dies z. B. von den Eidechsen jedermann bekannt ist, durch einen überaus schmächtigen Schweif auszeichnen. Was aber die mechanische Verwendbarkeit dieses Reptilien-Landschwanzes betrifft, so eignet sich derselbe vor allem wieder als Haft- oder Wickelorgan, und wird, wie uns u. a. das Chamäleon(Fig. 143) zeigt, in der That auch vielfach dazu gebraucht, den Körper an Baumzweigen anzubinden. In keiner Abteilung der Land-Reptilien geht aber die Umwandelung eines Abschnittes des Körpers in ein Wickelwerkzeug soweit, wie bei den Schlangen, bei denen

Fig. 143.



sozusagen der ganze Körper ein solches wird. Diese Fähigkeit der Schlangen, ihren Körper spiralig winden zu können, kommt ihnen aber nicht nur bei ihrer Bewegung durch das Gezweige der Bäume und Sträucher sowie beim Fangen und Festhalten der Beute sehr zu statten, es beruht darauf auch eine besondere Art von Ortsbewegung. Diese besteht nämlich darin, daß die Schlange mit Hilfe ihrer überaus kräftigen Stammmuskeln i n hinteren Abschnitt schraubenförmig zusammenrollt, was, wenn i e einseitige Spannung wieder aufgehoben wird, zur Folge hat, i ß der ganze Körper vermöge der nun zur Geltung kommenden ; derkraft mit großer Gewalt fortgeschleudert wird.

Wenden wir uns nun zu den Vögeln, so ist ihr Schwanz, 1 nn wir ihn zunächst an einem Skelett betrachten, im Vergleich

zu dem der Reptilien nur als ein Stummel zu bezeichnen und gewisse Vorläufer der heutigen Federtiere, ich meine u. a. den berühmten Archaeopterix, die sehr lange Schwänze hatten, zeigen, daß der Vogelschweif in der That nur ein abgekürzter Eidechsenschwanz ist. Diese Reduzierung der Knochenaxe des Schwanzes erweist sich nun aber bei den Vögeln insofern als sehr praktisch, als ja die großen Federfahnen, die sich an der verbreiterten Endplatte derselben befestigen, diesem bekanntlich zur Steuerung beim Fliegen dienenden Werkzeug die nötige Länge, und, was noch wichtiger, auch die entsprechende Breite geben, und als ferner — was die Hauptsache — ein kurzer Hebel einen geringeren Muskelaufwand als ein langer erfordert. Im übrigen ist der Vogelsteuerschwanz ganz nach dem Prinzip des Fischsteuerschwanzes konstruiert, d. h. er kann wie ein Fächer zusammengelegt und wieder entfaltet werden. Nur ganz ausnahmsweise übernimmt der Vogelschwanz auch andere Verrichtungen als das Steuern während des Fluges. Dies z. B. beim Specht, wo er beim Aufwärtsklettern, indem er fest an den Stamm angestemmt wird, gewissermaßen als Druckfeder und zugleich auch zum Nachschieben dient.

In keiner Abteilung der Wirbeltiere hat aber der Schwanz so vielerlei Anpassungen erfahren wie bei den Säugern, ja man kann füglich behaupten, daß bei diesen Geschöpfen aus ihm alles gemacht wurde, was sich damit vermöge seiner Natur überhaupt anfangen ließ.

Beginnen wir zunächst mit der Wasserschwanzform, so ist dieselbe, wie sich wohl jeder Leser wenigstens aus Abbildungen erinnert, speziell bei den meerbewohnenden Walen, Delphinen und Seekühen im wesentlichen genau die nämliche wie bei den Fischen, nur mit dem Unterschiede, daß die mehr oder wenig schwalbenschwanzartig ausgeschnittene Flosse nicht eine vertikal sondern eine horizontale Stellung einnimmt und z. T. auch sch in der äußern Form an eine kurzläufige Propellerschraube e innert. Wir wirksam aber dieser Fischsäuger-Schwimmschwa ist, können wir u. a. daraus entnehmen, daß nach dem Zeug

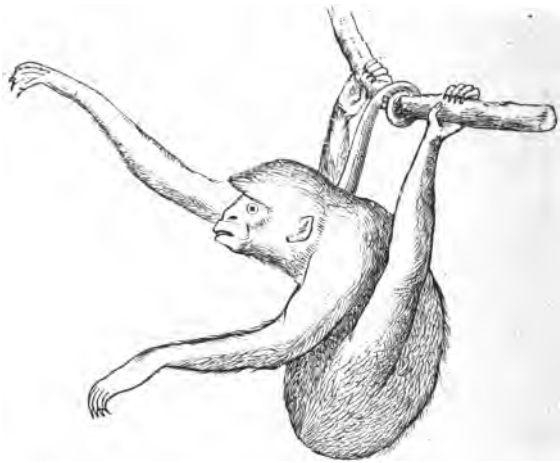
Scoresbys ein angeworfener Wal in einer Stunde oft einen Weg von vierzigtausend Fuß zurücklegt. Wenn dagegen gewisse andere See-Säuger, ich meine die Robben, nur einen ganz kurzen Stummelschwanz tragen, so hängt dies wohl damit zusammen, daß ihnen eine längere Schleppe bei ihren Bewegungen auf dem festen Boden beziehungsweise auf den Eisbänken sehr hinderlich wäre. Übrigens haben sie auch, wenn sie wieder ins Wasser gehen, in den gerade nach rückwärts gerichteten Hinterbeinen einen guten Ersatz für eine besondere Schwanzsteuerung.

Weitere Beispiele von zum Schwimmen angepaßten breitgedrückten Säugerschwänzen bieten uns dann u. a. die Fischotter und besonders der Biber dar. Beim letzteren Geschöpf hat aber der Schwanz noch eine andere sehr wichtige Verrichtung, die übrigens auch dem Sprungschwanz mancher ausschließlich auf dem Land lebender Säuger, so namentlich dem schon bei einer früheren Gelegenheit erwähnten Känguruh und den Springmäusen zukommt. Bei allen diesen Tieren wird nämlich der Schwanz beim Ausruhen als eine Art von Sessel benutzt, der aber die bemerkenswerte Eigenschaft besitzt, daß er, wenn sich das Tier erheben will, zugleich als Springfeder wirkt. Wie dies aber kommt, wird der Leser sofort begreifen, wenn er sich auf ein stärkeres aber doch noch leicht biegsames spanisches Rohr setzt, und wolle er bloß noch im Auge behalten, daß bei den sprungschwänzigen Tieren das durch die Elastizität des Schwanzes bedingte Emporschnellen noch wesentlich durch die Wirkung der Streckmuskeln verstärkt wird. Welche immense Gewalt aber diese Zugvorrichtungen haben das lehrt uns schon die innere Besichtigung eines Känguruhschwanzes, dessen mit breiten Querfortsätzen versehene Knochenaxe mit hunderten federkieldicker Sehnen umsponnen ist.

Daß der Schwanz bei den in Rede stehenden springenden Landsäugern auch zur Steuerung dient, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung.

Der Umstand, daß der Schwanz der Landsäugetiere gleich dem übrigen Körper mit Haaren bedeckt ist, macht ihn zu einer weiteren Verrichtung tauglich, die sich auf dem ersten Blick sehr sonderbar ausnimmt. Indessen ist dieser hauptsächlich zum Verscheuchen fliegender Schmarotzer dienende Wedel-Schweif im Grunde genommen doch noch immer dasselbe wie der Schwanz der Fische, der ja bekanntlich auch — man denke u. a. an die Rochen, — ein Organ der Abwehr oder eine Defensivwaffe dar-

Fig. 144.



Koaita, Klammeraffe. (Nach Brehm.)

stellt. Merkwürdig ist nur das Eine, daß die behaarte Schwanzpeitsche bei manchen Tieren wie beim Pferd oder Rind so lang ist, während sie bei anderen wie beim Hirsch, beim Reh, beim Hasen u. s. f. zu einem ganz kurzen Stummel einschrumpfte.

Bei keiner der vielen Gruppen der Säuger und der Wirbeltiere überhaupt findet aber der Schwanz eine so vielseitige Verwendung wie bei gewissen neuweltlichen Affen, bei denen er entschieden weitaus das wichtigste aller äußeren Werkzeuge. Ganz besonders muß uns aber eine Gebrauchsweise die

Universalorganes auffallen, ich meine die, daß derselbe als ob wir es mit einem hinten angesetzten Elefantenrüssel zu thun hätten, auch dazu benutzt wird, um allerlei Eßwaren herbeizuschaffen und dieselben — man möchte sagen zur Beschämung der Hände — auch in den Mund zuführen.

Register.

Achsengelenk 21.
Affe, Hand 160.
Ameisenbär, Zunge und Grabkrallen 117.
Annäherungswerkzeug, Allgemeines 10.
Anpassung der Werkzeuge 185.
Antagonist (Muskel) 13.
Arbeitsteilung zwischen den Werkzeugen 127.
Araracakadu, Schnabel 99.
Armmaschinerie 14.
Atlas 38.
Aufhängeapparat des Unterkiefers 75.
Backzähne 94.
Beckengürtel 40.
Beinhaut 24.
Beugevorrichtungen 14.
Bewegung, Selbstb. Fremdb. 17, Geschwindigkeit 184.
Biber, Wirkung der Nagezähne 92, Schwimmbeine 197.
Bohrmechanismus 57.
Büffel, Bezahnung 89.
Chamäleon, Zunge 112, Klammerfuß 166.
Convergente Werkzeuge 106. 107.
Delphin (Schnabel) 106.
Dinotherium, Zähne 90.
Doppelzahn 93.
Drehvorrichtung 21.
Eidechse, Kletterfüße 166.
Eisvogel, Schnabel 102.
Eizähne 88.
Elastische Werkzeuge 16.
Elefant, Mahlzähne 97, Rüssel 123.
Elefantenspitzmaus, Rüssel 121.
Elle 141.
Endteil der mechanischen Werkzeuge 19.
Ente, Fußmechanismus 165.
Eule, Zungenmechanismus 110.
Fächerfisch, Schnabel 107.
Faultier, Sprungbein 143, Hand 161.
Faust 160.
Federnde Einrichtungen 25. 53.
Fische, Kieferfangapparat 79, Kriechwerkzeuge 189, paarige Flossen 198, Schwanzflossen 212, Rückenflossen 214.
Fixierungswerkzeuge 128. 177.
Flamingo, Schnabel 102.
Flächenentfaltung der Ruderwerkzeuge 192.
Flügel der Vögel, Skelett 200, Muskeln 203.
„ der Fledermaus 206.
Flügelmuskeln der Kiefer 66.
Flügelbeine (des Schädels) beweglich 71. 76.
Fortbewegungswerkzeug 10.
Frosch, Zunge 112, Ruderbeine 191.
Führungen 21 ff.
Fuß des Menschen 170.
Fußmuskeln 172.
Gaumenbeine, beweglich 71. 76.
Gavial, Schnabel 106.
Gazelle, Hörner 124.
Geckos 186.
Gehbewegung des Menschen 182.
Gelenke der künstl. W. 21.
„ der tierischen W. 23.
„ Sprungg. 27, Nußg. 25. Cylinderg. 25.
Gibbon, Hand 161.
Giraffe, sichelfaltige Backzähne 97, Greifzunge 118.
Gleitflächen 23.
Gliederung der aus starrem Material bestehenden Werkzeuge 16.
Gorilla, Zahnwerk 89, Hand 159.
Grabwerkzeuge 162. 163.
Greifwerkzeuge 10. 148. 221.
Gürteltier, Grabinstrumente 162.
Habicht im Fluge 129.
Haftfüße der Geckos 187, der Affen 188.
Hammerwerk, künstliches 4.
Hand des Menschen, Handwurzel 145 Mittelhand 147, Finger, Daumen 148, Handmuskeln 150.
Hauer des Ebers 93.
Hautwerkzeuge, allgemeines 20.

Hebel, Begriff 4, Hemmungsvorrichtung 37, massive 18, hohle (starre) 19, Winkelhebel 53.
Hebelwerk, Stellungsveränderung 33, Verkürzung und Verlängerung 34. 47. 183.
Hecht, Zähne 85.
Hilfsbänder 27.
Hobelzähne 92.
Hopflappenvogel, Schnabel 100.
Hornhecht, Schnabel 107.
Hüpfmaus, Schädel 92.
Hyäne, Fleischzahn 94.
Jochmuskel 64.
Känguruh, Sprungbeine 131.
Kaimanfisch 106.
Kameel, Fuß 190.
Kapselband 26.
Karpfen, paarige Flossen 198, Schwanzflosse 213, Rückenflosse 214.
Katschkar, Stoßwerkzeuge 124.
Katze, Hebelsystem 32, Arm 144, Krallenbewegung 153.
Kiefer 60, Kiefergelenk 68, Kiefer-Muskulatur 64. 73. 77.
Kieferstiel der Fische 80.
Kieferzungenbein 80.
Kiemendeckel 80.
Kletterwerkzeuge 161. 185.
Koaita 220.
Koboldmaki, Fußballen 188.
Kopfgelenk 38.
Kopfzange, Oberbacke, Unterbacke 62.
Knochenverbindung 28, Knorpelbeleg, Architektonik 30.
Knurrhahn 189.
Krebsschere 20.
Kriechbewegung 176. 178.
Laufbeine 191.
Lederschildkröte, Schnabel und Flossen 105.
Leguan, Zähne 87.
Lippen als Greifwerkzeuge 118.
Lippenbär, Unterlippe, Zunge 118.
Löffelreiher, Schnabel 102.
Luftdruckverband 29.
Mastodon, Zähne 90. 94.
Material der Werkzeuge 2.
Maulwurf, Bohrmaschine 57, Rüssel 122, Grabfüße 163.
Mundsack 120.
Murmeltier, Nagezähne 92.
Muskeln. Angriffspunkt 9, Arbeitsleistung 11, Angriffswinkel 13. 53, allgem. Eigenschaften 7, der Wirbelsäule 45, des Schwanzes 44, zur Steifung der Beine 49, ungleiche Wirkung je nach der Fixierung der Hebel 11. 50. 117, Halskopfm. 51, Kieferm. 64. 67. 73. 77, Zungenm. 115, Schulterarmm 136, Handm. 150. 157, Fußm. 172, Wadenm. 196, Flügelm. 203.
Nackenband 53.
Narwal, Stoßzähne 91.
Nervenapparat 15.
Nußgelenk 23.
Ortsveränderung 167, des Blutegels 175, Kriechen 176, Klettern 11. 179, Hüpfen 180, Gehen 181, Schwimmen 182, Fliegen 200.
Pfannengelenke 22.
Pfeilspringer, Mechanismus 131.
Pferd, Ausschlagen dess. 33, Backzähne 96, Nackenband 54, Ohrmuschelmuskeln 54, Fuß 189.
Pinguin, flossenartige Flügel 130.
Pronation 143.
Quadratbein 70.
Rachenmuskulatur der Schlangen 77.
Rad (Rotations-) Bewegung 45. 140.
Raspelhäring, Zähne 86.
Regulierbarkeit der natürlichen Maschinen 15.
Reinigungswerkzeuge 97, 98, 114.
Reißstärling, Klammerfuß 164.
Robben, Ruderbeine 197.
Rolle an den Knochenhebeln 44.
Rudern 169.
Ruderwerkzeuge, kurz- und langstielige 193.
Rüssel 121.
Säbelschnäbler 104.
Sägetaucher 106.
Saugwerkzeuge, Mund 121, des Schiffshalters 125, Saugfüße der Geckos 187.
Säugetiere, Kieferapparat 60.
Schläfenmuskeln 65.
Schlange, Kieferapparat 74.
Schlüsselbein 41.
Schlundkiefer 87.

Schnabel, Heben des Oberschnabels 72, Hautreinigungswerkzeug 98, Herabziehen desſ. 73, Kletterſchnabel 105.
Schultergürtel 41, Schulterblatt 135.
Schuhſchnabel 99.
Schwan, Skelett 201.
Schwanz der Fiſche 208, der Amphibien und Reptilien 218, der Vögel 218, der Wale 219.
Schwanzmeiſe, Schnabel 100.
Schwein, Wurfwerkzeug 60.
Seepferdchen 216.
Seeſterne, Hebel 18.
Seehund, Zähne 94, Tragwerkzeuge 129.
Sehnen 8, 153, 157, 219.
Selbſtſteuerung der tieriſchen Maſchinen 15.
Specht, Zunge 109.
Speiche, Drehung 141.
Springmaus, Springſchwanz 132.
Sprungbein 143. Sprungbewegung des Menſchen 181, Sprungſchwanz 219.
Starre Werkzeuge, äußerliche, innerliche 18.
Stativ der Wirbeltiermaſchine 39.
Stoßwerkzeuge 33.
Strauß, Füße 190.
Streckvorrichtungen 14.
Supination 143.
Taube, Flügelmechanismus 205.
Unterkiefer der Säuger 60, der Vögel 70, der Schlangen 74, Muskeln zum Heben d. U. 65. 73. 77. 81, zum Herabziehen 73. 77. 81. 87.
Vögel, Kieferzange 69.
Werkzeuge, elaſtiſche, weiche, ſtarre 16, Abwehrw. 220, Bohrw. 99, Fächerw. 125, Fiſchereiw. 102, Fixierungsw. 128, Gehw. 191, Haftw. 187, Grabw. 162, Greifw. 10. 148. 221, Klammerw. 128. 165, Kletterw. 161, Mahlw 96, Neſtbauw. 99, Quetſchw. 104, Raſpelw. 117, Ruderw. 130, Saugw. 187, Schlagw. 33. 160, Schöpfw. 103. Schreitw. 192, Siebw. 163, Sondierungsw. 101, Spritzw. 121. 122. 220, Sprungw. 132. Stoßw. 124, Wadw. 191, Wickelw. 216. Wühlw. 121, Werkzeuge zum Zerreißen 162.
Widder, Stoßen 33.
Wirbelſäule 35.
Zähne, Feſtigkeit 85, Schneidez. 91, Nagez. 91, Backz. 94, ſchmelzfaltige 96, 97.
Zange, künſtliche 59, Kieferzange 60. 70. 74. 81.
Zerkleinerungswerkzeuge ſ. Zähne und Schnabel.
Zunge, Allgem. 17, Vogelzunge 108, Froſch- und Chamäleonzunge 112, Muskeln der Säugerzunge 115, Raſpelzunge 117, leimrutenartige Zunge 117.
Züngelnde Bewegung 18.
Zweiköpfiger Armmuskel des Menſchen 9.
Zwiſchenkiefer 71. 79.

Druckfehler:

Seite	15,	Zeile	6 v. o.	lies	friſch	ſtatt	friſchen.
„	38,	„	2 v. u.	„	Atlas	„	Attas.
„	41,	„	6 v. o.	„	Verrichtungen	„	Vorrichtungen.
„	42,	„	9 v. u.	„	ſinneverwirrender	„	ſinneverirrender.
„	57,	„	5 v. o	„	dem	„	den.
„	63,	„	14 v. u.	„	desſelben	„	derſelben.
„	87,	„	4 v. o.	„	drückt und preßt	„	drücken und preſſen.
„	121,	„	9 v. u.	„	und	„	oder.

Druck von Greßner & Schramm in Leipzig.

Das Wissen der Gegenwart

Deutsche Universal-Bibliothek für Gebildete.

XLV. Band.

Die äußeren mechanischen

Werkzeuge der Tiere

von

Vitus Graber.

II.

Wirbellose Tiere.

Leipzig: G. Freytag. 1886. Prag: F. Tempsky.

Die äußeren mechanischen

Werkzeuge der wirbellosen Tiere

von

Vitus Graber.

Mit 171 in den Text gedruckten Abbildungen.

Leipzig:
G. Freytag. 1886. Prag:
F. Tempsky.

Alle Rechte vorbehalten!

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel	Seite
I. Urtiere (Protozoa)	1
II. Hohltiere (Coelenterata)	25
III. Stachelhäuter (Echinodermata)	55
IV. Würmer (Vermes)	95
V. Weichtiere (Mollusca)	128
VI. Gliederfüßler (Arthropoden)	171

Verzeichnis

einiger wichtiger Schriften über die äußeren mechanischen Werkzeuge der wirbellosen Tiere.

1) M. Schultze, Über den Organismus d. Polythalamien. Leipzig 1854.
2) O. Bütschli, Beiträge zur Kenntnis d. Radiolarienskelette ꝛc. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 36. Bd.
3) Metschnikoff, Untersuchungen über die mesodermalen Phagocyten (Freßzellen) einiger Wirbeltiere. Biol. Cent. Blatt 1883. Nr. 18.
4) Stein, Neue Beiträge z. Entw.-Geschichte ꝛc. d. Infusionstiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. III. Organismus d. Infusionstiere I., II. u. III.
5) Bütschli, Zeitschr. f. wissensch. Zool. 28. Bd.
6) Derselbe. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1878.
7) Biolog. Centralblatt 1883. Nr. 2.
8) Ein ähnliches Verhalten zeigt ein von Bütschli (Beiträge z. Kenntnis der Flagellaten ꝛc. Zeitschr. f. wiss. Zool. 30. Bd. 1878) entdecktes Tier Podostoma filigerum.
9) Zeitschr. f. wissensch. Zool. 31. Bd. 1878. 10) Prof. Möbius hatte die Freundlichkeit mich in seine schönen Arbeiten über Infusorien Einblick nehmen zu lassen. Er fand kammförmige Wimperplättchen, die er Pectinulen nennt.
10) vgl. die letzten 14 Jahrgänge der Zeitschrift f. wiss. Zoologie.
11) Wer sich über die ungemein interessanten Form- u. Lebensverhältnisse der Schwämme näher unterrichten will, vgl. u a. Lieberkühn, die Bewegungserscheinungen bei den Schwämmen (Müllers Archiv 1863); ferner Osc. Schmidt, die Spongien des adr. Meeres (Leipzig 1862 bis 1870) u. Häckels Kalkschwämme (3 Bde., Berlin 1872).
12) Möbius, Über den Bau, den Mechanismus und d. Entwickelung der Nesselkapseln ꝛc. Hamburg 1866.
13) Lendenfeld, Über Wehrpolypen u. Nesselzellen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38, 1883. Vgl. auch Hamann, Über Nesselkapselzellen. Jenaische Ztschr. f. Naturwissenschaft. Bd. 15. 1882.
14) Vgl. u. a. Häckel, dann Claus, Studien über Polypen u. Qua d. Adria. Wien 1877 u. 1878.
15) Vgl. C. Chun, Die Ctenophoren des Golfs von Neapel. Leipzig 1 Anmerkungsweise sei erwähnt, daß auch diese Quallen außer den N organen eigentümliche Klebzellen besitzen.

16) Claus, Über Halistemma tergestina. Wien 1878.

17) Vgl. hierüber außer den ältern grundlegenden Werken von Tiedemann (Anatomie d. Röhrenholothurin, des pomeranzfarbenen Seesternes und des Steinseeigels, Heidelberg 1820) u. Joh. Müller, über d. Bau d. Echinodermen. Abh. d. Berliner Akad. 1841—1854), besonders die neueren wichtigsten morphologischen Studien an Echinodermen von Hub. Ludwig in der Zeitschrift f. wiss. Zoologie von 1877 an; ferner Romanes on the Locomotor-System of Echinodermata Phil. transact. 1881.

18) vgl. u. a. Carpenter Researches on the structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus (Phil. transact. Roy soc. Tome 156).

19) Zeitschrift f. wiss. Zool. 1877, 29. Bd.

20) Vgl. u. a. Semper, Reisen im Archipel d. Philippinen. Sehr schöne Untersuchungen über d. feinern Bau dieser u. auch anderer Stachelhäuter giebt O. Hamann (Beiträge zur Histologie d. Stachelhäuter. Jena 1884 ff.).

21) Vgl. L. Graff, Monografie der Turbellarien I. Leipzig 1882.

22) Bei einer marinen Planaria (lichenoides) ist das Schlundrohr in sieben Fangarme geteilt. Vgl. Mertens Memoires de l'Academie imp. d. sc. d. St. Petersbourg. 6. serie. Tom II. 1833. Fern. Schmarda, Neue wirbellose Tiere beobachtet und gesammelt auf einer Reise um die Erde I. Bd. Leipzig 1859. O. Schmidt, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1860 u. 1861.

23) Vgl. Quatrefages, Memoire sur la famille des Nemertines ann. d. sc. nat. 3. ser. T. VI. 1846. Hubrecht, niederländ. Archiv. Tom. II.

24) Vgl. vor allem Leukart's klassisches Werk, die menschl. Parasiten. 2. Aufl. Dann Beneden, Les vers cestoides. Brüssel 1850.

25) Brandt u Ratzeburg, Medic. Zoologie. 1829. Dann Beneden u. Hesse, Sur les Bdelloides au Hirudinées et les Tremadotes marins 1863.

26) Wierzejski, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1877. Bd. 29.

27) Beneden, Memoire sur les vers intestinaux.

28) Ziegler, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1883.

29) Schneider, Müllers Archiv f. Naturg. 1863.

Lacaze Duthier, Ann. d. sc. nat. 1858. Spengel, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1881.

Quatrefages, Histoire nat. des Annelés 1865. Grube, Archiv f. Naturg. 1850—51. Claparède, Recherches anat. s. l. Annélides. Genf 1861 u. 1868.

32) Grenacher, Zeitschr. f. wiss. Zool. 1869. Cohn, ebendort. 1856. Gosse, London Phil. transact. 1856. Leydig, Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1854.
33) Zeitschr. f. wiss. Zool. 1882.
34) Gegenbaur, Untersuchungen über Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1854. Ferner Souleyet, Voyage autour du monde etc. Paris 1852.
35) Troschel, Das Gebiß der Schnecken. Berlin 1856—1878.
36) Leydig, Anatomie ꝛc. von Cyklas, Müllers Archiv, 1835. Dann Lacaze-Duthiers, Ann. d. scienc. nat. 1854—1861.
37) Verany, Mollusques meditterranées etc. I. p. Gênes 1847—1851; ferner Férussac und d'Orbigny, Histoire natur. etc. des Cephalopodes. Paris 1835—1845.
38) Huxley, Anatomy and development of Pyrosoma. Transact. Lin. Soc. 1859; ferner Observations upon the Anatomy and Physiologie of Salpa etc. Phil. transact. 1851. Grobben, Doliolum ꝛc. Wien 1882. C. Heller, Untersuchungen über d. Tunikaten des adr. Meeres. Wien 1874—1877.
39) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 21. Ferner: Vigelius, Biol. Centralblatt 1884. Nr. 23. Clapparède, Zeitschr. f. w. Zool. 1871. G. J. Allman, Monograph of fresh waters Polyzoa. Roy societ. 1856.
40) Latzel, Die Myriopoden d. österr.-ungar. Monarchie. Wien 1883. 2 Bde.
41) Über den Gelenkbau bei den Arthrozoen. Wien. Akad. Denkschr. 1860.
42) Beiträge zur Kenntnis d. Baues u. d. Funktionen der Insektenbeine. Inaug. Dissert. Berl. 1884. Vgl. ferner mein Referat im biol. Centralblatt, IV. Bd. Nr. 18 und mein Buch „die Insekten". München 1876.
43) Huxley, d. Krebs. Internat. wiss. Bibliothek.
44) Bronn, Klassen und Ordnungen d. Tierreichs 6. Bd.; ferner Claus, Untersuchungen zur Erforschung d. gennal. Grundlage d. Crustaceensystems. Wien 1876.
45) Emerton, The structure and habits of spiders. Salem 1878.
46) Lendenfeld, Der Flug der Libellen. Sitzber. d. Ak. Wien 1871.
47) Vgl. Dahl, (s. o.), dann Dewitz, Über die Fortbewegung der Tiere an senkrechten glatten Flächen (Pflügers Archiv f. d. g. Physiologie. Bd. 33). Simmermacher, Zeitschr. f. Zool. 10. Bd. 1884.
48) Wolf, Die Biene.
49) Die Mundteile der Rhynchoten. Bonn 1883.
50) Kirbach, Mundwerkzeuge d. Schmetterlinge. 1883.
51) Zeitschr. f. wiss. Zool. 1873. Vgl. ferner Comparetti, dinamica animale dei Insetti, Padova 1800, und Candeze, Les moyens d'attaque et de defense. Bruxelles 1874.

I. Kapitel.

Urtiere (Protozoa).

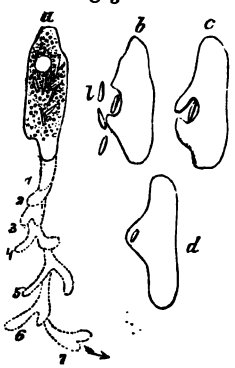
Bei den höheren Tieren sowohl wie bei den niederen finden wir so allgemein verschiedene, zur mechanischen Einwirkung auf die Umgebung dienende bewegliche Anhänge oder Werkzeuge, daß wir dieselben geradezu als unerläßliche Bestandteile oder Attribute eines tierischen Wesens betrachten und daß wir uns ohne dieselben kein wahrhaft tierisches Leben vorzustellen vermögen.

Dennoch existieren zahlreiche tierische Geschöpfe, die gar keine solchen mechanischen Außenwerkzeuge besitzen, oder die, richtiger gesagt, was uns noch merkwürdiger erscheint, derartige Vorrichtungen wenigstens nicht für gewöhnlich an sich haben, sondern dieselben nur im Falle ihres Bedarfes aus sich hervorbilden. Um die ersten Anfänge der Werkzeugebildung der Tiere kennen zu lernen, wollen wir uns nun gleich ein solches animalisches Urwesen etwas näher ansehen. Der Leser kann sich den Anblick eines solchen leicht verschaffen, wenn er vom Grunde eines Tümpels eine Kleinigkeit Schlamm heraufholt, denselben in einem Tröpfchen Wasser ausbreitet und mit einem stärkeren Mikroskop recht aufmerksam durchmustert.

Ein ungefähres Bild eines der in Rede stehenden, meist winzig kleinen Urtierchen giebt umstehende Figur 1. Im übrigen ist dasselbe eben wegen seiner außerordentlichen Einfachheit und wegen des Mangels auffallenderer bleibender Eigenschaften ungemein schwer zu beschreiben, und wollen wir vorläufig darüber

nur soviel sagen. Es ist eine im gegebenen Fall längliche, anderemale aber wieder mehr rund erscheinende kleine Masse einer sehr weichen, hellen, mitunter etwas körnigen Substanz von gallert- oder schleimartigem Charakter, die in der Regel, namentlich in der Mitte, von dunkleren Partikelchen und größeren (hier stäbchenartigen) Fremdkörpern getrübt wird. Das merkwürdigste daran, und woran wir zugleich erkennen, daß wir es mit einer selbständigen lebendigen Wesenheit zu thun haben, ist aber die Bildung gewisser äußerer Werkzeuge, die allerdings so einfach sind, daß sie einfacher absolut nicht gedacht werden könnten. Wenn wir unser der Glasplatte aufliegendes Wesen längere Zeit ruhig fixieren, so bemerken wir, daß es nach und nach seinen Ort verändert oder nach einer bestimmten Richtung — man kann hier nicht sagen, ob vor- oder rückwärts — weiter kriecht. Dies geschieht, wie die mit fortlaufenden Zahlen 1, 2 ꝛc. bezeichneten Punktlinien auf unserer Figur andeuten sollen, in der Weise, daß es an einer Stelle einen Fortsatz, eine Art Fuß, ausstreckt, während gegenüber die Weichsubstanz nachfließt oder eingezogen wird. Dieser ausgestreckte Fortsatz ist aber nicht immer einfach, wie in 1 und 2, sondern häufig, als wäre sich das Tier nicht recht über das Ziel seiner Reise klar, in zwei oder mehrere Äste geteilt, und da letztere bei gewissen Formen sich oft in feine Zweige auflösen, so nennt man sie Wurzelfüße resp. ihre Besitzer Wurzelfüßler oder Rhizopoden. Unser Tierchen formt aber nicht nur, wie ein Bildhauer aus dem weichen Tho je nach Bedarf aus seiner Masse fußartige Bewegungsorgan sondern es macht sich auch, wenn es auf seiner Wanderung diese glückliche Lage kommt, jene Werkzeuge, die zum Ergreif und zur Einverleibung der Nahrung nötig sind. Wie oben

Fig. 1.



Ein Wechseltierchen (Amoeba) in verschiedenen Formstadien.

merkt wurde, liegen in der Grundsubstanz unseres Tierchens stäbchenförmige Körper, welche sich als kleine Pflänzchen, nämlich als Stückelalgen (Diatomeen) erweisen und da dieselben Gebilde auch in seiner Umgebung vorkommen, ist es wohl klar, daß das Tier sie als Nahrung aufgenommen hat. Unklar dürfte aber dem Leser sein, wie dies geschieht, da ja das Tierchen keine Spur einer Mundöffnung besitzt. Die Manipulation ist aber sehr einfach. Das Tierchen bildet, wie dies Fig. b, c und d veranschaulichen, um das anliegende Nährobjekt eine Art Ringwall, der sich immer höher und höher erhebt, und sich schließlich über der Beute zusammenwölbt. Wir können auch sagen, das Tier formt eine kreisförmige Lippe und einen Mund, welcher letztere, wenn erstere vorne ganz geschlossen oder richtiger verwachsen ist, zugleich die Verdauungshöhle ist.

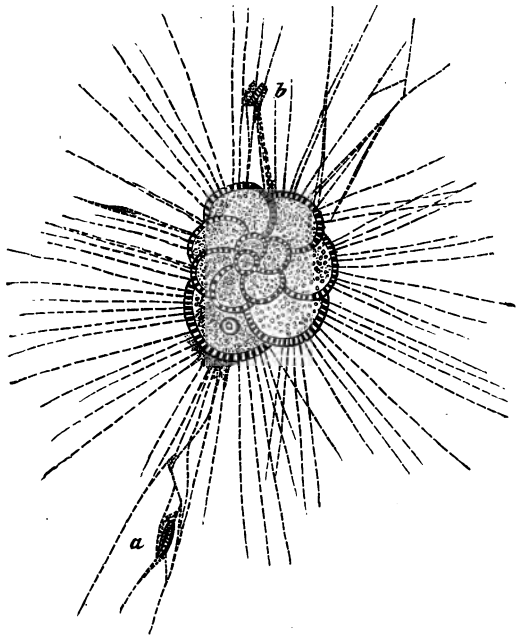
Nachdem der Leser an unserem Beobachtungsobjekt gesehen hat, daß wir es nicht mit einem Tier gewöhnlicher Art, das immer dieselbe Totalform und dieselben äußeren Teile aufweist, zu thun haben, sondern mit einem Wesen, das je nach seiner Verrichtung oder Thätigkeit bald diese, bald jene Gestalt annimmt, wird er auch begreifen, warum man es Wechseltierchen oder Amöbe nennt. Nun ist aber zu bemerken, daß die Zahl der verschiedenen Arten dieser Wesen eine ungemein große ist und müssen wir uns doch wenigstens noch ein paar derselben kurz ansehen. Eine echte Amöbe ist zunächst das höchst interessante Wesen in Fig. 2, das Prof. Möbius in Kiel entdeckt hat. Es ist in dem Stadium fixiert, in welchem es mit mehreren Paaren griffelartiger Fortsätze auf einem vertikal stehenden Pflanzenstengel (höchstens von der Dicke eines Haares) emporklettert, und so beinahe an eine Raupe erinnert. Hier kann offenbar auch der strengste Kritiker nicht sagen, daß das Tierchen nur Scheinfüße (Pseudopodien) und nicht wirkliche Bewegungsorgane besitze.

Fig. 2.

Kletternde Amöbe, nach Prof. Möbius.

Und doch werden diese weichen Hebel, wenn das Wesen auf eine breite Unterlage kommt, wieder eingezogen und durch andere, den geänderten Lageverhältnissen besser entsprechende Werkzeuge ersetzt. Seitlich, bei b, erhebt sich vom Körper ein größerer Fortsatz und wir können uns ganz wohl vor-

Fig. 86.



Eine vielkammerige Foraminifere (Rotalia veneta M. S.) mit ausgebreiteten Pseudopodien nach Max Schulze. Die Pseudopodien können relativ noch viel länger werden.

stellen, daß das Tier mit demselben, während es weite- kriecht, oder einen Moment rastet, in der bekannten Weise irger ein in der Nähe befindliches Nährobjekt (c) ergreift und si zueignet. — Fig. 3 zeigt dann eine andere Wurzelfüßlerberühm heit, die von M. Schultze im Meer entdeckte Rotalia veneta Dies Tierchen, auf den ersten Blick ganz fremdartig erscheine

ist im Grund genommen und trotz des vielversprechenden Äußern nichts anderes als eine Amöbe. Das Eigentümliche ist hier nur dies, daß der Weichkörper, wie wir dies gelegentlich auch bei höheren Lebewesen, ich erinnere nur an die Schnecken und Muscheln, finden, zu seinem Schutze ein zierliches mehrkammeriges Gehäuse abgesondert hat, dessen Wand wie ein feines Sieb von zahlreichen Öffnungen durchsetzt ist, weshalb die betreffenden Tiere auch Foraminiferen, d. h. Löcherträger heißen. Unsere Figur zeigt das Tierchen in dem Zustand, wo sein Weichkörper durch die eben erwähnten Gehäusporen von allen Seiten zahlreiche Fadenfortsätze hervorgestreckt hat. Letztere sind hier oft von enormer Länge und bilden um das Tier eine förmliche Strahlenzone. Die Einrichtung ist wahrhaft bewundernswert. Das Tierchen gleicht in diesem Zustand gewissermaßen einer Spinne, die nach allen Richtungen Fangfäden ausgespannt hat, nur hat es unter anderem noch das vor der Spinne voraus, daß es sich mit seinen Fühl- und Fangfäden zugleich auch fortbewegen kann und zwar in jeder Richtung der Windrose. Bei a und b sieht man zwei Beuteobjekte, die es umstrickt hat und auch gleich an Ort und Stelle verdaut; es kann aber, man merke das wohl, gleichzeitig, wenn Nahrung genug vorhanden ist, an vielen Stellen dem sicher auch ihm angenehmen Geschäfte der Verproviantierung obliegen. — Der Leser hat sich wohl schon die Frage gestellt, welchen Vorteil es denn eigentlich gewährt, daß bei diesen kleinen Geschöpfen die äußeren Werkzeuge nicht, wie das sonst die Regel, bleibend und fix, sondern vergänglich und wechselnd sind. Unser Tierchen giebt hierauf die beste Antwort. Selbstverständlich kommen diverse kleine Organismen nicht in die Nähe des fast unsichtbaren gefährlichen Pseudopodiennetzes der Rotalia, um von ihr gefressen zu werden, sondern es sind gar manche unter diesen vagabundierenden kleinen Lebeformen, die selbst mit schlimmen Absichten umgehen, und denen ein so zarter Bissen, wie ein Amöbenfüßchen, wohl behagen möchte. Nun stelle man sich vor, welche Verwüstung solche Räuber anrichten würden,

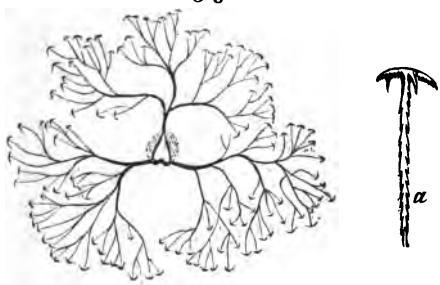
wenn die Rotalia ihre feinen Fanggeräte nicht rechtzeitig einziehen oder verschwinden lassen könnte. Der Hauptvorteil dieser ganzen Einrichtung liegt aber unzweifelhaft darin, daß das betreffende Tier in den Stand gesetzt wird, den Schwerpunkt oder die Kraft seiner Werkzeuge in jedem Falle dorthin zu verlegen und dort zu konzentrieren, wo sie am nötigsten sind. Will es an diesem Punkte sich fortbewegen, so bildet es hier seine Füße, will es an einem anderen ein Nährobjekt bemeistern, so läßt es dort seine Fangfortsätze spielen und wir können also faktisch sagen, die Amöbe hat zwar für gewöhnlich keine Werkzeuge, sie hat aber alle und hat sie so, wie sie zweckmäßig sind für den Fall, als sie solche überhaupt nötig hat. —

Bekanntlich besitzen die höheren Tiere, wie z. B. die Säuger, die Reptilien, die Fische, die Insekten u. s. f. außer den beweglichen oder aktiven äußeren Werkzeugen vielfach auch unbewegliche und mehr passiv wirksame Anhänge in Form harter Stacheln, Dornen u. s. w., die meist als Verteidigungs-, mitunter aber auch als Angriffswaffen dienen. Werkzeuge dieser Art findet man nun auch bei den in Rede stehenden niedersten Tierformen und zwar bei jenen, die, wie die oft entzückend schönen Gittertierchen oder Radiolarien aus ihrem Weichkörper Gerüste von Kieselsubstanz ausscheiden. In Fig. 4 sieht der Leser ein solches von Davidoff in der Bucht von Villafranca gefangenes Geschöpf, das auch durch seine relativ kolossale Größe — es hat $1^1/_2$ cm im Durchmesser — interessant ist.[2]) Das Kieselskelett ist hier ein Stern, dessen Hauptstrahlen sich in unzählige Zweige auflösen, die, wie das vergrößerte Stück a zeigt, mit einer ankerartigen Platte endigen. Leider ist es hier wie bei ähnlichen Bildungen überhaupt schwer zu sagen, welchen besonderen Vorteil dieselben ihrem Besitzer gewähren — möglich ist es, daß die erwähnten Haken dem Tier zwischen diverse Meergewächsen Halt geben.

So unansehnlich die amöbenartigen Tiere und ihre Werkzeuge auch sind, so knüpfen sich an dieselben doch einige hoch

interessante Verhältnisse und Fragen, von denen wir ein paar dem Leser noch kurz erläutern müssen. Jeder hat wohl schon davon gehört, daß sich der Leib der großen Mehrheit der Tiere aus kleineren für sich lebenden Elementen, die man Zellen nennt, aufbaut und daß das Leben eines Tieres nichts anderes ist als die Summe oder der Gesamtausdruck der Lebensäußerungen dieser zu einem einheitlichen und systematischen Ganzen vereinigten Miniaturexistenzen. Betrachtet nun der Leser einmal den noch lebenden Leib einer solchen, z. B. einer Blutzelle eines

Fig. 4.



Radiolarie, Coelothamnus Dawidoffii nach Bütschli. 2 mal vergr. a stärker vergr. Endzinken des Skeletts.

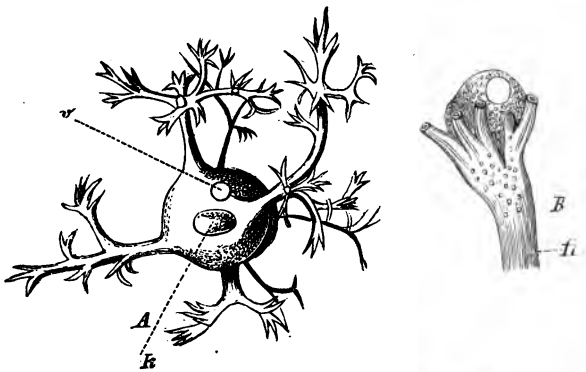
Insektes unter dem Mikroskop, so wird er nicht ohne Überraschung bemerken, daß dieselbe in bezug auf Form und Beschaffenheit der Leibessubstanz ganz mit einer Amöbe übereinstimmt. Aber auch die Lebenserscheinungen vieler Zellen sind genau die nämlichen wie bei den Amöben. Es giebt nämlich Zellen, die wie Parasiten in den Geweben des Körpers herumwandern, und ganz so wie die Amöben, andere Zellen oder Zerfallprodukte von Geweben mittelst vorgestreckter Fortsätze auffressen. Ein solches in gewissem Sinne Sichselbstauffressen des Körpers durch gewisse Arten seiner Zellen läßt sich nach Metschnikoff[3]) und anderen sehr schön im Schwanz ausgewachsener Froschlarven (Kaulquappen) beobachten, dessen Schwinden hauptsächlich darauf beruht, daß ganze Scharen von Binde-

gewebszellen in denselben einwandern, dessen Gewebestücke, wie Nerven, Muskeln u. dgl. in sich aufnehmen und das Brauchbare zum besten des übrigen Körpers erhalten und aufspeichern. Auf Grund dieser und anderer Thatsachen können, ja müssen wir die amöbenartigen Tiere als freilebende Zellen betrachten und werden wir künftig die lebende Weichsubstanz derselben, die bei den Gewebezellen den Namen Protoplasma, d. h. Urbildungsstoff führt, mit dem gleichen Namen belegen.

Der zweite Punkt, den wir betreffs der äußeren Amöben- oder Zellwerkzeuge zu berühren haben, betrifft die Frage, wie denn eigentlich die Bewegung derselben, ich meine das Ausstrecken und Einziehen zustande kommt. Bei näherer Erwägung wird der Leser sich gestehen müssen, daß die betreffende Erscheinung in der That eine höchst merkwürdige ist und wenn wir die volle Wahrheit bekennen wollen, müssen wir sagen, daß die Hin- und Herbewegung der einzelnen Substanzteilchen einer Amöbe, auf der die Bildung ihrer Werkzeuge beruht, sich viel schwerer begreifen läßt, als das unendliche Gewirre von Bewegungen am Sternenhimmel. Indes, wenn wir auch das Geheimnis der Amöbenbewegung nicht ergründen können, so wollen wir ihm doch einigermaßen näher zu treten suchen. Der Leser weiß, daß alle Bewegungen an den Werkzeugen der höheren Tiere auf der Gegenwart eigentümlicher fädiger Gebilde, der Muskelfasern beruhen, denen das Vermögen inne wohnt, sich infolge eines gesetzten Reizes in ihrer Längsrichtung zusammenzuziehen oder zu kontrahieren. Je vielseitiger die Bewegung eines Werkzeuges ist, desto mehr solcher Fasern müssen also vorhanden und was die Hauptsache, nach destomehr verschiedenen Richtungen müssen sie ausgespannt sein. Ein solches sehr vielseitig bewegliches We zeug ist unter anderem unsere Zunge und in der That ist d selbe fast nichts anderes als ein dichtes Geflecht von Mus fasern, die nach den verschiedensten Richtungen angeordnet si Das Wundervolle an den Amöben ist nun eben das, daß ihrem Leibe auch nicht eine Spur irgend welcher muskelfa

artigen Bildungen zu erkennen ist und daß gleichwohl ihre Bewegungen und Formwandlungen unendlich viel mannigfaltiger und größer als an der Zunge oder einem anderen reich mit Muskeln ausgestatteten höheren Tiere sind. Man kann freilich sagen, es sei eben bei den Amöben die ganze Leibessubstanz resp. bei den amöboiden Zellen das ganze Protoplasma kontraktil oder muskelartig — wie ja die wirklichen Muskeln auch aus anfänglich amöboiden Zellen hervorgehen — es liegt aber auf der Hand, daß dadurch die in Rede stehende Erscheinung der All-

Fig. 5.



Saugendes Infusor (Acinete) **Dendrocometes paradoxus Stein** nach Wrzesniowski, k Kern, v Vacuole. B stärker vergr. Endteil eines Saugarmes.

beweglichkeit der Amöben nicht leichter begreifbar wird, und dürfte es für den Leser auch wegen des Verständnisses des Folgenden jedenfalls gut sein, wenn er sich vorstellt, daß das amöboide Protoplasma ein über alle Begriffe kompliziertes Geflecht zusammenziehbarer und wieder ausdehnsamer Fasern ist. —

Manche Amöben strecken bekanntlich, wie wir bei Rotalia gesehen haben, zum Fangen der Beute Arme aus, welche oft sehr lang und wurzelartig verzweigt sind, die aber nach dem Gebrauche wieder vollständig eingezogen werden. Es giebt aber auch den Amöben nahestehende, gleichfalls einer Zelle entsprechende

Urtiere, bei denen die verzweigten Fangarme oder Tentakeln gar nicht oder wenigstens nicht vollständig eingezogen werden und damit kommen wir zu den ersten fixen oder bleibenden Außenwerkzeugen.

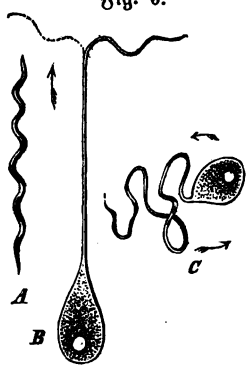
Ein solches und zwar zuerst von Stein[4]) entdecktes Tier (vgl. Fig. 5 A) lebt auf den Kiemenplatten der dem Leser wohlbekannten Flohkrebse (Gammarus), und sieht in der That so abenteuerlich aus, wie sein Name Dendrocometes paradoxus andeutet. Merkwürdig sind aber besonders die Arme desselben. Zunächst finden wir hier eine Bestätigung für die oben ausgesprochene Vorstellung betreffs der faserigen Struktur des kontraktilen Protoplasmas, insofern nämlich als man nach Bütschli[5]), einem der ersten Urtierforscher, bei sehr starker Vergrößerung in den Armen feine Längsfibrillen (Fig. 5 B fi.) bemerkt. Trotzdem vermag aber unser Geschöpf die Arme nicht vollständig einzuziehen und gebraucht dieselben überhaupt in ganz anderer Weise wie die echten Wurzelfüßler. Wie Fig. B zeigt, endigt der Arm in mehrere Zinken, die sich wie die Finger einer Hand zusammenbiegen. Mit diesen erfaßt nun das Tier eine nahe vorbeistreifende Beute, sagen wir ein kleines Infusor. Die Finger dieser Urtierhand haben aber noch — und dies ist eben das merkwürdigste bei diesen Werkzeugen — die Eigenschaft, daß sie die umklammerte Beute zugleich aussaugen können. Wie nämlich ein anderer tüchtiger Infusorienforscher, Wrzesniowski, auf das Bestimmteste nachgewiesen, sind die Finger von einem äußerst feinen Kanal durchzogen, durch welchen die Körnchen der Beute ihren Weg in das Innere nehmen.

In einem Tropfen Sumpfwasser, von dessen mikroskopischer Untersuchung eingangs die Rede war, findet man nicht nur einzellige Urtiere, die wie die Amöben bloß auf einer festen Unterlage kriechend ihren Ort zu verändern vermögen, sondern es wird im Gegenteil das Auge des Beobachters mehr durch andere Formen, nämlich durch solche in Anspruch genommen, die sich ganz frei und zwar oft mit so erstaunlicher Schnellig-

keit und in so seltsam verschlungenen Linien und Kreisen durch das Wasser bewegen, als gälte es ein Wettschwimmen. Was uns aber an diesen kleinen Meisterschwimmern, die meist der Klasse der Infusorien angehören, am meisten in Erstaunen setzt, das ist der Umstand, daß wir an denselben, namentlich bei schwächerer Vergrößerung keinerlei Anhänge oder Werkzeuge zum Schwimmen zu entdecken vermögen. Eine einfache Erwägung lehrt uns indes, daß irgend welche äußere Ruderorgane vorhanden sein müssen — denn eine Triebvorrichtung im Innern des Körpers selbst fehlt ja — und bei entsprechender Behandlungsweise finden sie sich denn auch; im Moment aber, wo der Leser die betreffenden Anhänge, die, wie gleich bemerkt sein mag, nicht einziehbare, sondern bleibende sind, das erste Mal vor Augen bekommt, geht das Staunen erst recht an. Diese äußeren Schwimmwerkzeuge sind nämlich — in der Regel wenigstens — keine flachen ruderplattenartigen Gebilde, wie wir sie bekanntermaßen bei den höheren Tieren gewöhnlich antreffen, sondern — als müßte bei diesen Anfängen der Tierschöpfung alles apart und ungewöhnlich sein — ganz dünne haarförmige Fortsätze, von denen wir zunächst gar nicht recht begreifen können, auf welche Weise sie denn die erwähnten blitzschnellen Bewegungen erzeugen können. Zur Erleichterung der weiteren Schilderung dieser sonderbaren Schwimmwerkzeuge empfiehlt es sich sofort hinzuzufügen, daß sie füglich, wenn auch nicht streng in zwei Gattungen zerfallen, nämlich in sehr lange, die man Geißeln (Flagella) zu nennen pflegt und in kurze, denen man in der Wissenschaft den Namen Cilien, d. i. Härchen oder Wimpern giebt. Dabei verhält es sich mit der Verteilung dieser zwei Gattungen von Rudern bei den betreffenden Tierchen in der Regel so, daß die einen nur Geißeln, die anderen nur Cilien besitzen, und daß, wie leicht begreiflich, erstere in viel geringerer Zahl vorhanden sind — oft trägt das Tier nur eine einzige lange Peitsche — als die Cilien. Früher unterschied man auch noch als eine dritte oder Mittelgruppe, die Cilioflagellaten, bei denen

beiderlei Werkzeuge vereinigt sein sollten. Klebs, Bütschli u. a. haben aber in jüngster Zeit nachgewiesen, daß der angenommene Cilienkranz dieser Wesen selbst nur eine den Körper umschlingende und oft bandartig verbreiterte zweite Geißel ist. — Ich will dem Leser zunächst nun die Werkzeuge der geißeltragenden Formen, d. i. der Flagellaten etwas zu erläutern suchen. Jeder weiß, daß es Wirbeltiere giebt, die wie die Schlangen, gewisse Echsen und Fische gar keine dem Ortswechsel dienende oder lokomotorische Anhänge haben, sondern in ganz eigentümlicher Weise durch Biegungen ihres ganzen Körpers, der gewissermaßen in toto als ein Werkzeug anzusehen, zu schwimmen vermögen. Wie eigentlich dieses unter anderem auch bei den Würmern weit verbreitete Schlängeln des Körpers zugleich eine Vorwärtsbewegung desselben zu bewirken vermag, kann ich dem Leser ohne sehr umständliche physikalische Erörterungen leider nicht klar machen; es genüge ihm die Thatsache, daß durch bloße, nach einer bestimmten Regel verlaufende Biegungen eines linearen oder stabförmigen elastischen Körpers wirklich ein Fortschreiten desselben im Raume bewirkt werden kann. Es giebt aber auch, wenn ich mich so ausdrücken darf, mikroskopische Schlangen, d. h. niederste Organismen von fabelhafter Kleinheit, die sich zum Teil in ganz analoger Weise wie die erwähnten höheren Tiere bewegen. Es sind dies gewisse Formen aus der Abteilung der dem Leser ihrem Namen nach sicher bekannten Bakterien, die man gleichfalls in unserem Sumpfwassertropfen beobachten kann. Fig. 6 A zeigt uns ein solches Wesen, und sei bloß noch bemerkt, daß seine außerordentlich raschen Bewegungen mehr korkzieher- oder schraubenartig als schlängelnd sind. Wenn sich nun also ein kontraktiler Protoplasmafaden — denn als solchen kön-

Fig. 6.



A Schraubenbakterie, B u. C Geißeltragendes Urtier (z. B. Euglena) in zwei Stellungen. Stark vergr.

wir unsere schlängelnde Bakterie ansehen — für sich allein fortzubewegen vermag, — das eigentliche Wie bleibt uns freilich wieder ein Rätsel — so können wir wohl auch begreifen, daß ein solcher Faden, wenn er mit einem größeren, sagen wir kugeligen Körper verbunden wäre, denselben mitzuziehen vermöchte, denn eine wirkliche Schlange ist ja auch imstande, eine ihr angehängte Last nachzuschleppen. Damit sind wir nun endlich bei unserem eigentlichen Gegenstand, d. i. bei den geißeltragenden Urtieren angelangt. Ein solches Geschöpf nämlich, wie es beispielsweise Fig. B darstellt, kann in der That als ein schlängelnder Faden mit einer angehängten Last, dem eigentlichen Leib des Tieres, betrachtet werden. Sehr schön sieht man unter anderem die schlängelnde Bewegung der Geißel beim sogen. Augentierchen, Euglena, das stellenweise sehr häufig ist, und auf das sich auch unsere Figur bezieht. Ein eigentliches Schlängeln der ganzen Geißel findet aber hier nur statt, wenn sich das elegante Wesen, wie in C, im Kreise herumdreht. Beim Geradeausschwimmen dagegen fuchtelt nur das Endstück der Peitsche (vgl. B), während der übrige, oft bei weitem längere Teil ganz steif gehalten wird und gewissermaßen den Geißelstiel vorstellt. —

Fig. 7.

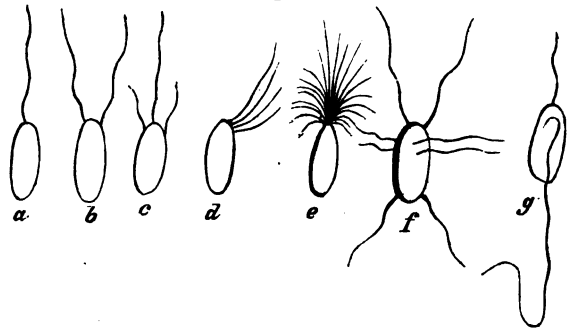
Geißeltragendes Urtier. Cercomonas ramulosa Stein. Stark vergr.

Nach dem Bisherigen könnte es scheinen, als ob zwischen den Scheinfüßen der Amöben und den in Rede stehenden geißelartigen Fortsätzen ein sehr wesentlicher Unterschied wäre. Daß dies keineswegs der Fall, lehrt uns die zierliche von Stein entdeckte Flagellate auf Fig. 7, die Cercomonas ramulosa. Von der Geißel abgesehen gleicht dieses überaus winzige Wesen — und ähnliche findet man in Steins prächtigem Flagellatenwerk noch viele — ganz einem Wurzelfüßler, insofern ja allenthalben am Körper finger- und lappenförmige, in ihrer Größe und Form beständig wechselnde Fortsätze hervortreten. Beachten wir nun ferner, daß sich manche dieser Scheinfüßchen gelegentlich zu einem

langen Faden ausstrecken, so ist die Annahme, daß die Geißeln eigentlich nur stationär gewordene und mit größerer Beweglichkeit begabte Pseudopodien sind, gewiß eine sehr naheliegende. Ich brauche aber wohl nicht eigens hinzuzufügen, daß die ganze Struktur der Geißeln um so komplizierter und kunstvoller als die des gewöhnlichen amöboiden Protoplasmas sein muß, als die Beweglichkeit derselben eine größere ist.

Wie schon oben angedeutet worden, treten die Geißeln nicht immer nur in der Einzahl auf, sondern es sind häufig deren

Fig. 8.



Schema verschiedener Geißeltiere (Flagellata). a Spumella termo, b Uvella virescens, c Salpingoeca sp., d Pyramimonas abscissa, e Lophomonas sp., f Hexamitus, g Anisonema sp.

zwei oder auch mehrere vorhanden, in welch letzterem Fall aber ihre Länge eine relativ geringere ist. Einen ungefähren Begriff von der außerordentlichen Mannigfaltigkeit betreffs der Zahl und der Verteilung dieser merkwürdigen Bewegungswerkzeuge soll das Schema Fig. 8 geben. Sehr häufig ist der Fall, daß sich zu einer langen Vordergeißel, die die Haupttriebkraft erzeugt, noch eine kurze Hintergeißel, gewissermaßen als Steuer gesellt. Ganz absonderlich sind namentlich ein paar von Bütschli[6]) beobachtete Geißelsysteme. So zunächst das Büschel an dem Tier in Fig. e, das im Enddarm unserer Küchenschabe ihr Lager aufschlägt. Ganz apart ist aber namentlich die aus Fig. f ersichtliche Kombination. Es sind hier, wie man bemerkt, vier

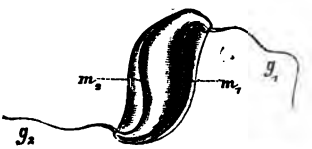
Paare von Geißeln, nämlich eins voran, eins hinten, eins rechts und eins links, so daß es dem glücklichen Besitzer, einem Hexamitus, ziemlich gleichgültig ist, mit welchem Körperteil es voran schwimmt. Übrigens findet hier schon eine Art Arbeitsteilung statt, insofern die Hintergeißeln, wenn das Tierchen etwas ausruhen will, meist als Ankerseile dienen.

Manchen Lesern dürfte es bekannt sein, daß bei gewissen höheren Wassertieren außer den Ruderbeinen oder dem Ruder-

Fig. 9.

Geißeltierchen aus Fischblut. Nach Mitrophanow. A Haematomonas Cobitis aus dem Schlammpeitzger. Haematomonas Carassii aus der Karausche. Stark vergr.

Fig. 10.



Schiffschraubenartiges Geißeltierchen. Trepomonas nach Bütschli. Stark vergrößert.

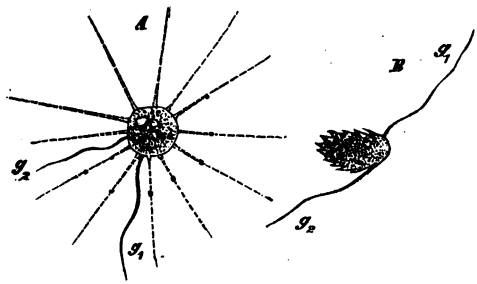
schwanz noch gewisse Hautsäume am Rumpfe vorkommen, die das Schwimmen erleichtern und erinnere ich beispielshalber nur an den Wassermolch mit seinem hohen Rückenkamm. Wie wir nun schon gesehen haben, daß bei den allerniedersten Tieren manche und namentlich auf die äußere Bewegung bezügliche Einrichtungen ganz ähnlich wie bei den ausgebildetsten Organismen sind, so verhält es sich auch hier wieder. Man kennt nämlich ein paar Geißeltiere, deren Leib thatsächlich auch mit einer Art beweglichen Hautkammes versehen ist. Solche sind die zwei in Fig. 9 abgebildeten, von Mitrophanow[7]) entdeckten Formen, wovon die eine (A) im Blut des Schlammpeitzgers, die andere (B) im Blut der Karausche lebt. Da die betreffenden haut-

artigen Bildungen analog etwa wie die Rückenflossen ihrer Wirte wellenartige Biegungen machen, steht es wohl außer Frage, daß sie die Bewegung der Geißel unterstützen. Wir werden später hören, daß solche Hautsäume, oder undulierende Membranen auch noch bei anderen Urtieren vorkommen. Ähnliche Hilfswerkzeuge besitzt dann unter anderem auch das abermals von Bütschlis kundigem Auge entdeckte Tierchen in Fig. 10, das ohne Übertreibung ein mechanisches Kunstwerk par excellence genannt zu werden verdient. Wegen seiner eigentümlich gekrümmten Gestalt und des Umstandes, daß die beiderseitigen Membranen (m_1, m_2) windschief gegeneinander gebogen sind, kann es nämlich mit einer Propellerschraube verglichen werden, die hier aber selbstverständlich nicht durch Dampfkraft, sondern, was viel merkwürdiger, durch die Bewegung der zwei Endgeißeln (g_1, g_2) gedreht wird.

Ich denke, der Leser hat sich schon jetzt genugsam überzeugt, daß auch die allerniedersten Tiere, die im Grund genommen weiter nichts als ein Tröpfchen Protoplasma sind, in Bezug auf ihre äußeren Werkzeuge, die sie aus jenem bilden, Merkwürdiges in Hülle und Fülle darbieten und er wird es darum auch begreiflich finden, daß sich die bedeutendsten Zoologen, ich nenne nur Ehrenberg, Dujardin, Stein, Lachmann, Haeckel, Bütschli, Hertwig u. s. w. mit besonderer Vorliebe gerade dem Studium dieser Kleinwelt zugewandt haben. Eine merkwürdige, die Geißeltiere betreffende Erscheinung muß ich aber doch noch besonders hervorheben. Um wieder die dem Leser bekannteren höheren Tiere zum Vergleich herbeizuziehen, so weiß man, daß es unter ihnen so beneidenswerte Existenzen giebt, die zwei- und zum Teil auch mehrerlei Bewegungsorgane besitzen und die dementsprechend, wie z. B. die Vögel auch in mehreren Medien, auf der Erde, im Wasser und in der Luft sich herumtreiben können, während die übrigen minder begünstigten Formen, vermöge ihrer Organisation vom einen oder anderen Medium völlig ausgeschlossen sind. Unter den Geißel- und den Urtieren

überhaupt giebt es nun zwar so gut wie bei den meisten anderen Tierstämmen keine, die mit Flugvermögen begabt sind, man kennt aber dafür mehrere, die den Amöben ähnlich kriechen und zugleich wie wahre Flagellaten schwimmen können. Ein solches Geschöpf (Fig. 11) hat ein jüngerer, ausgezeichneter Protozoenforscher, Gruber, in einem träge fließenden Kanal entdeckt. Wenn das Tier auf einer festen Unterlage kriecht, so hat es die aus Fig. A ersichtliche Form, ist also eine langstrahlige Amöbe

Fig. 11.



Eine Art Übergangsform zwischen Sonnen- und Geißeltierchen (Dimorpha mutans) nach Gruber. A kriechend, B schwimmend. Stark vergr.

vom Typus der sogen. Sonnentierchen (Heliozoa). Nur bemerkt man zwischen den langen unverzweigten Scheinfüßchen zwei wellig gekrümmte Fäden (g_1, g_2), die auf ein Geißeltierchen hindeuten. Zu einem solchen wird es aber auch in der That, wenn es sich vom Boden erhebt und mittelst seiner zwei Ruderpeitschen (B, g_1, g_2) frei durch das Wasser segelt. Das Merkwürdigste bei diesem Wechsel des Mediums ist aber die Umwandlung, die es selbst erleidet. Es ist gerade so, als wenn ein Vogel, sobald er sich mit Hilfe der Flügel in die Luft erhebt, die Beine, mit denen er früher auf dem Boden umherlief, gänzlich verlöre: es werden nämlich, was hier allerdings keine Schwierigkeit macht, die Pseudopodien eingezogen, und so ist der diesem Tier verliehene Name Dimorpha mutans, d. i. doppelgestaltiges Wechselgeschöpf wohl am Platze.[8])

Von den amöboiden Werkzeugen der sogen. Wurzelfüßer wurde oben erwähnt, daß sie nicht auf die Amöben allein, d. i. auf die gewissen freilebenden Urtiere beschränkt sind, sondern auch an den ihnen vielfach gleichenden Elementarteilen höherer Tiere, d. i. an den Zellen vorkommen. Dasselbe gilt nun auch von den Geißeln der Flagellaten, und zwar finden wir auch hier wieder freie geißeltragende Zellen, wie z. B. die Samentierchen (Spermatozoen) und dann solche, die untereinander zur Bildung von Grenzhäuten, namentlich an der Oberfläche von Wassertieren verbunden sind. Welche Aufgabe aber hier die in Rede stehenden Werkzeuge besitzen, wird der Leser später erfahren.

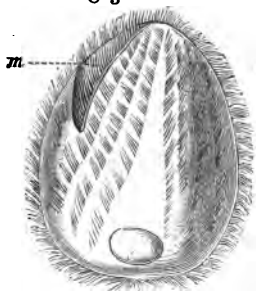
* * *

Würde ein Mechaniker ein im Wasser schwimmendes Fahrzeug konstruieren, das ringsum mit tausenden kleiner Ruder versehen wäre und das sich vermittelst der letzteren beliebig bald in eine gerade fortschreitende, bald in eine schraubenförmige und bald wieder in eine rein rotierende Bewegung versetzen ließe, so würde unzweifelhaft alt und jung ein solches Werk anstaunen und seinen Mechanismus kennen zu lernen trachten. Ein solches Fahrzeug stellen aber in der That viele jener als Infusorien bezeichneten Urtiere dar, von denen wir oben gesagt haben, daß sie mit zahlreichen härchenartigen Anhängen, sogen. Cilien besetzt sind, und es ist nur schade, daß es der allzu enge Raum dieses Büchleins nicht gestattet, uns mit diesen auch in bezug auf gewisse andere äußere Bewegungswerkzeuge hochinteressanten kleinen Maschinen so eingehend zu beschäftigen als sie es wohl verdienten.

Nachstehendes Bild (Fig. 12) von einem im Froschdarm lebenden Infusor soll dem Leser zunächst den allgemeinen Habitus eines mit Cilien versehenen Urtiers veranschaulichen. Wie man sieht, trägt dasselbe eine förmliche Haarbekleidung. Die einzelnen Härchen sind aber nicht unregelmäßig zerstreut, sondern in meridionalen Reihen angeordnet, von denen indes nur

die zu äußerst rechts und links gelegene deutlich gesehen wird. Was nun weiter die Bewegungsweise der Wimpern betrifft, so ist dieselbe ähnlich wie die der Geißeln eine sehr vielseitige und von ihrer jeweiligen Hauptrichtung hängt auch die der Ortsveränderung des Tieres ab. Schlagen die Wimpern alle nach hinten, so geht das Tier nach vorwärts, schlagen sie dagegen nach vorwärts, so bewegt sich das Tier nach rückwärts und nehmen dieselben endlich eine zur Längsachse des Körpers schiefe Stellung ein, so kommen die schraubenförmigen beziehungsweise, wenn sich die Wimpern quer stellen und, wie dies auch sonst Regel, nacheinander, wie die Halme eines vom Wind wellenartig bewegten Kornfeldes in Aktion treten, die rotierenden Bewegungen zu stande. Mancher Leser wird gewiß fragen, wie denn so überaus kleine und feine Werkzeuge, wie diese Wimperhärchen überhaupt den Körper so rasch von der Stelle zu bringen vermögen. Nun in dieser Beziehung muß man sich zunächst vor Augen halten, daß ja die Vorwärtsbewegung das Resultat aus den vereinigten Kräften vieler tausende solcher Anhänge ist, ein einzelnes also nur einen ganz minimalen Beitrag zu leisten hat. Indessen ist auch das Zustandekommen des letzteren keineswegs so leicht zu erklären. Man hat nämlich zu bedenken, daß unsere Werkzeuge in der Regel wenigstens keine eigentliche Ruderfläche haben, die beim Rückschlag mit ihrer ganzen Breite wirkt, während sie beim Vorschlag nur mit der Kante das Wasser durchschneidet, sondern daß die Sache hier so liegt, als ob ein Schiffchen mit biegsamen Stäbchen oder Gerten vorwärts zu bringen wäre. Letzteres kann aber bekanntlich entweder so geschehen, daß wir die Gerten nach rückwärts mit größerer Kraft als nach vorn bewegen, oder so, daß wir eine Einrichtung treffen,

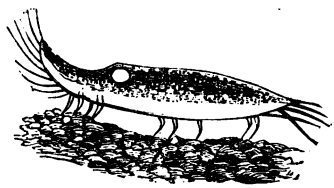
Fig. 12.



Ringsum bewimpertes Infusor, Balantidium duodeni nach Stein. m Mundspalte mit langen Wimpern. Stark vergr.

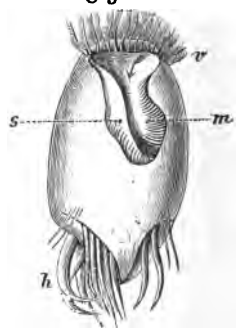
vermittelst welcher die Gerte, wenn sie im gestreckten Zustand den wirksamen Schlag nach hinten ausgeübt hat, derart gekrümmt wird, daß sie bei der Vorwärtsbewegung einen geringeren Widerstand hervorruft. Wie sich die Sache nun aber eigentlich bei den Wimpern verhält, dürfte wegen ihrer Kleinheit und wegen ihrer außerordentlich raschen Bewegung im normalen Zustande wohl kaum sicher zu entscheiden sein. In neuester Zeit mehren sich indessen die Ansichten, daß zwar keineswegs bei allen, aber

Fig. 13.



Nur unterseits bewimpertes (hypotriches) Infusor, Oxytricha aeruginosa, nach Wrzenowski. Vergr. 300.

Fig. 14.



Gleichfalls nur unterseits mit Anhängen versehenes Infusor, Uronychia transfuga, aus d. Ostsee nach Stein. Die Vorderrandwimpern sind nach Analogie mit Stylonichia kammartig gezeichnet. m Mund, s Mundsegel. Stark vergr.

doch bei gewissen Infusorien und an gewissen Körperstellen auch flache und zwar teils zungenförmige, teils feder- oder kammartige Anhänge vorkommen, bei denen also die allbekannte Wirkung der Ruderflächen zu stande kommen kann. Dies ist nach den Untersuchungen von Lachmann, Claparede und Sterki[9]) und namentlich nach den noch unpublizierten schönen Studien von Möbius[10]) vor allem bei den sogen. bauchhaarigen (hypotrichen) Formen der Fall. Letztere sind solche, deren oft etwas gewölbter Rücken, wie bei Fig. 13, ganz kahl ist, während die Bauchseite zum Teil auffallend starke griffelartige An-

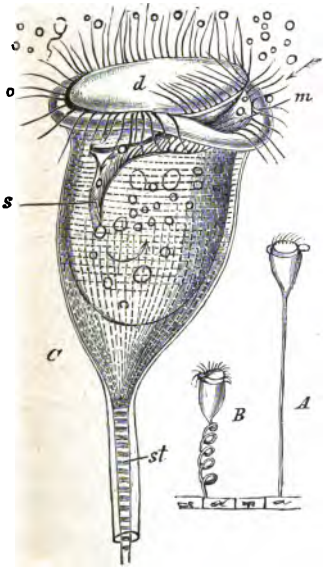
hänge trägt. Die in Rede stehenden Infusorien nehmen bezüglich ihrer Bewegungswerkzeuge überhaupt eine weit höhere Stellung als die übrigen ein. Wer zum erstenmale das in Fig. 13 nach der Natur gezeichnete Wesen beobachtet, wie es durch abwechselnde Beugung und Streckung seiner zum Teil paarig angeordneten Bauchgriffel an Algenfäden und dergleichen dahin läuft, der glaubt ein kleines Krebschen vor sich zu haben und es ist in der That wunderbar, zu sehen, welcher hohen Ausbildung eine Zelle — denn etwas anderes ist auch der Infusorienleib nicht — fähig ist. Bei einer zweiten Form (Fig. 14) erblicken wir zunächst vorn (bei v) einen Saum langer Wimpern, die ich etwas eigenmächtig als Fiederfächer gezeichnet habe und dann hinten (h) eine Gruppe feinerer und gröberer Griffelhaken. Wie uns Stein in seinem großen Werke mitteilt, geschieht die Bewegung dieses Tierchens auf eine doppelte Weise. Zunächst gleichmäßig durch das Spiel der Vorderwimpern und dann stoß- oder ruckweise vermittelst der starken Hinterborsten.

Wir haben früher unsere Bewunderung darüber ausgesprochen, daß ein nur aus einer einzigen Zelle bestehender Organismus, wie der Infusorienleib, eine, so hohe Ausbildung oder Differenierung erlangen kann. Er ist aber hinsichtlich seiner äußeren Werkzeuge noch vollendeter, als wir ihn bisher dargestellt haben. Die Infusorienzelle besitzt nämlich nicht allein verschiedene Arten von Bewegungs- und Verteidigungsorganen, Wimpern, Borsten, Ruder, Haken u. s. w., sie hat noch etwas an sich und zwar etwas, was sie im Gegensatz zu den meisten bisher betrachteten freien Zellformen zu einem wahren Tiere stempelt, nämlich einen mit besonderen Werkzeugen ausgerüsteten Mund. Letzterer ist aber nicht etwa von so zweifelhaftem Charakter, wie bei gewissen Geißeltieren, sondern es handelt sich um eine leibende Leibesöffnung, die nach Innen gegen das schwammige Mittelprotoplasma meistens in einen längeren Schlund übergeht. — Diesen Mund konnte der Leser schon bei Fig. 12

in der Form eines länglichen Spaltes (m) bemerken, noch deutlicher präsentiert er sich aber bei dem zuletzt besprochenen Infusor (Fig. 14 m). Wir haben uns indes weniger mit dem Mund selbst als vielmehr mit den Werkzeugen, die ihm die Nahrung zuführen, zu beschäftigen. Diese Werkzeuge sind, wenn wir vorläufig von gewissen Bildungen absehen, im wesentlichen dieselben, die auch zur Fortbewegung dienen, nämlich Wimpern und zwar einmal jene, die am Vorderende des Körpers stehen (Fig. 14 v), und dann jene, die den Rand des Mundschlitzes umgeben und sich oft in Form einer Spirale tief in den Schlund hineinziehen (m). So einfach aber auch dieser Zuleitungsapparat ist, so gewährt doch der Anblick seiner Thätigkeit und Wirkung ein immer wieder von neuem fesselndes Schauspiel. Am bequemsten läßt sich die Erscheinung an jenen merkwürdigen glockenartigen Infusorien sehen, die (Fig. 15 A) mittelst eines langen Stieles an irgend einem Gegenstand, wie z. B. einem Algenfaden festsitzen. Der mit einem scharnierartig beweglichen Deckel (C, d) verschließbare Mund, welcher sich in einen tiefen Schlundtrichter (s) fortsetzt, ist von einem aufgewulsteten Rand umgeben, der, sowie auch der Schlund, lange und in beständiger Bewegung begriffene Wimperborsten trägt. Schneidet man den Stiel durch, so wird das befreite Tier vermöge der vorwiegend nach hinten schlagenden Wimpern fortgetrieben. Gerade den umgekehrten Effekt bringen letztere aber am festsitzenden Tiere hervor. Sie wirken nämlich wie die Schaufeln eines in rasche Umdrehung versetzten Wasserrades, das bekanntlich einen starken Strom oder Wirbel erzeugt, in den leichtere im Wasser suspendierte Gegenstände mit hineingerissen werden. Daß aber faktisch auch das Wimperrad unseres Infusors einen heftigen Strudel hervorbringt, das sehen wir an den zahlreichen kleinen Körnchen und Kügelchen, die mit unwiderstehlicher Gewalt in diese Scylla getrieben werden. Unser Tierchen braucht sich also gar nicht vom Flecke zu rühren, braucht keine Arme oder Zangen auszustrecken und lebt doch in Hülle und Fülle, ja der von seinen Wimpern erregte Strudel

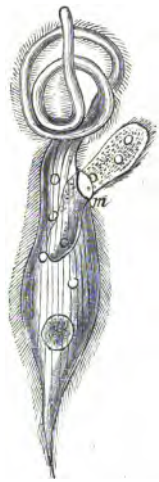
führt ihm häufig viel mehr zu, als es zu verschlingen im stande ist. Diese allzu komfortable Lebensstellung der Glockentierchen ist aber auch mit einem großen Nachteil verbunden: sie laufen nämlich wegen ihrer Seßhaftigkeit Gefahr von freiumherschwärmenden stärkeren Wesen als Beute ergriffen zu werden, und es giebt sogar Tiere ihrer eigenen Klasse, die sich die Freiheit herausnehmen, ihren Leib über die Glocke dieser anscheinend

Fig. 15.



Glockentierchen. Vorticella nebulifera, nach Evers. A mit umgestreckten, B mit eingezogenem Stiel, C stärker vergr. m Mund, d Mundbeckel, s Schlund, st Stielmuskel.

Fig. 16.

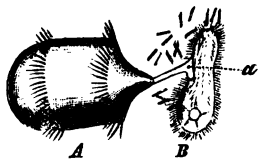


Ringsum bewimpertes Infusor, Dileptus gigas, mit peitschenartig verlängertem Vorderteil. m Mund in welchen ein kleines Infusor hineingezwängt wird. Stark vergr.

blumenhaften Räuber zu stülpen, sie dann loszureißen und damit das Weite zu suchen. Indessen bietet den Glockentierchen gerade wieder ihr Stiel zugleich eine gewisse Schutzwehr gegen solche Überraschungen. Er hat nämlich, wie Fig. B veranschaulicht, die Fähigkeit, sich spiralig zusammenzurollen, wobei der durch die

unerwartete Zuckbewegung erschreckte Angreifer seine Beute leicht aus dem Gesicht verliert. Die eben erwähnte Eigenschaft des Stieles der Glockentierchen, sich mit überraschender Schnelligkeit zusammenzuziehen, giebt uns die beste Gelegenheit, auf eine gewisse, bisher ganz unerwähnt gelassene Einrichtung aufmerksam zu machen, die speziell auch für die bisher besprochenen mechanischen Werkzeuge von Wichtigkeit ist. Die Sache ist die, daß die Weichsubstanz oder das Protoplasma des Infusorienleibes, das auswendig von einem dünnen abhebbaren Häutchen, einer sogen. Cuticula überzogen wird, hinsichtlich ihrer Dichtigkeit sich in zwei Schichten sondert, und daß in der dichteren äußeren Schichte oder der Rinde, von der auch die Wimpern entspringen, meist längs-, zum Teil aber auch quer oder richtiger kreisförmig verlaufende dünne Stränge oder Bänder vorkommen, die in jeder Hinsicht als die Anfänge wahrer Muskelfasern zu betrachten sind. Gerade auf unserer Figur 15 C, erkennt der Leser ganz deutlich, daß die innere von zahlreichen Lücken durchbrochene Weichsubstanz von der äußeren Rindenschicht ziemlich scharf abgesetzt ist, und sieht man ferner auch die muskelartigen Längsfaserzüge, die nach unten, gegen den Stiel in einen letzteren durchziehenden dickeren Strang zusammenlaufen. Letzterer aber (st) zeigt nach den neuesten Untersuchungen alle wesentlichen Eigenschaften eines echten quergestreiften Muskels, und dürfen wir also umsomehr auch die feineren Fasern am Körper selbst als solche ansehen. Nunmehr wird es uns auch begreiflich, warum der Infusorienleib fast ebenso kräftiger Zusammenziehungen und Verdrehungen wie ein Wurm fähig ist und daß er infolge dessen auch vielfach in toto als Werkzeu dient. Wie letzteres aber zu verstehen ist, mag unter anderen das in Figur 16 abgebildete Infusor mit dem langen peitschenartigen Vorderteile erraten lassen.

Fig. 17.



A Infusor mit zwei Wimperreifen und einem zungenartigen Fortsatz. (Didinium nasutum Stein) nach Balbiani. Stark vergr.

Zum Beweise, daß wir mit dem Vorstehenden das reiche Inventar der äußeren Infusorienwerkzeuge noch lange nicht erschöpft haben, stelle ich dem Leser zum Schlusse noch in Fig. 17 A eine interessante Form vor Augen. Sie ist von Balbiani in der Situation dargestellt, wo sie mit einem an die klebrige Zunge des Chamäleons erinnernden Fortsatz (a) ein kleines Pantoffeltierchen erhascht. Dies merkwürdige Geschöpf mit seinen zwei Wimperkränzen flößt uns aber vor der Infusorienorganisation auch insofern Respekt ein, als es zugleich im Besitze kleiner, in seiner Haut fabrizierter stäbchenartiger Pfeile ist, die es auf seine Beute schleudert.

II. Kapitel.

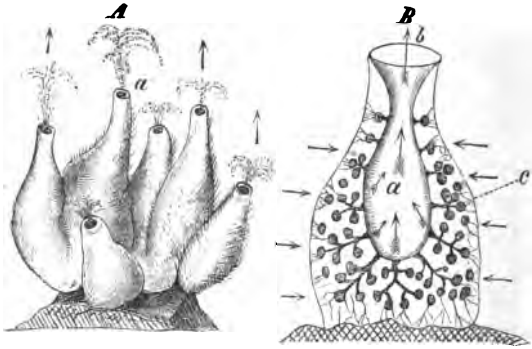
Hohltiere (Coelenterata).

Wenn man an gewissen Uferstellen südlicher Meere in die Tiefe schaut, so erblickt man dort ganz eigentümliche festsitzende Tierformen, die teils wegen der schönen glühenden Farben, in denen sie prangen, teils wegen ihrer oft baumartig verzweigten Gestalt an pflanzliche Gewächse erinnern, und die früher auch in der That als Pflanzentiere oder Zoophyten bezeichnet wurden. Diese unterseeischen Tiergärten bestehen aber vorwiegend aus zweierlei Geschöpfen, nämlich aus den Korallentieren und aus den Schwämmen, von welchen letzteren das ausgequetschte Hornfaserpolster eines Badeschwammes allerdings nur eine sehr oberflächliche Vorstellung giebt. Dem äußeren Ansehen nach scheinen diese zwei Tiertypen oft einander zwar sehr ähnlich zu sein, sie lassen sich indessen auf Grund eines leicht anzustellenden Versuches schon vom Wasserspiegel aus leicht unterscheiden. Wirft man nämlich ein Steinchen in die Tiefe oder beunruhigt diese Geschöpfe sonstwie, so sieht man, daß die Korallen gewisse

ſpäter zu beſprechende blumenblattartige Außengebilde einziehen, während die Schwämme meiſt auch nicht eine Spur irgend welcher Veränderung zeigen. Damit haben wir aber bereits den mechaniſchen Hauptcharakter der Schwämme, mit denen wir uns zunächſt beſchäftigen wollen, im Gegenſatz zu allen anderen Hohltieren ausgeſprochen, den nämlich, daß ſie gar keine ſtrenge ſo zu nennenden mechaniſchen Außenwerkzeuge beſitzen und daß ſie überhaupt nicht nach Art anderer Geſchöpfe auf die äußere Umgebung einzuwirken vermögen.

Von dieſem Geſichtspunkt aus ſind alſo die Schwämme in der That Pflanzentiere und ſie ſtehen ſogar unter den Amöben

Fig. 18.



A Gruppe von Kalkſchwamm-Perſonen (Leucandra aspera) nach Häckel, nat. Gr. a Ausflußöffnung. B Längsſchnitt durch einen ſolchen Schwamm. a Leibes- (Gastral-) Hohlraum. b Mündung desſelben. c Kanalſyſtem der Leibeswandung mit Geißelkammern.

und vielen anderen Urtieren. Der Leſer, der die oft koloſſalen Schwammmaſſen ſieht, wird aber unwillkürlich fragen, woher dieſes rieſige Wachstum kommt oder wie denn dieſe Tiere ohne äußere Werkzeuge die zu ihrer raſchen Vergrößerung nötige Nahrung erwerben. Ich will es verſuchen, ſoweit es ſich in Kürze thun läßt, ihn über dieſe Frage zu orientieren.

Vor allem muß man wiſſen, daß die Schwämme, ſowie alle noch zu beſprechenden Tiere ſich dadurch ganz weſentlich

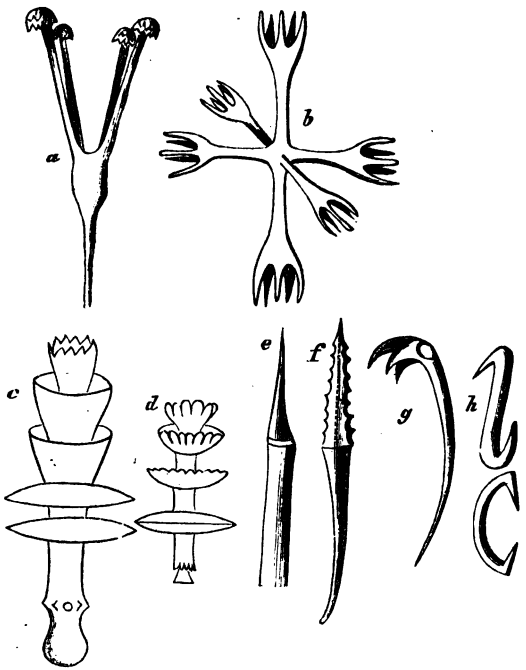
von den Urtieren unterscheiden, daß sie nicht aus einer einzigen Zelle, sondern aus einer Vielheit solcher bestehen. Diese Zellen bilden aber auch bei den Schwämmen nicht, wie man lange glaubte, einen ungeordneten Haufen, sondern sind, was zuerst nachgewiesen zu haben, das große Verdienst E. Schulzes[10]) ist, in dieselben drei Hauptschichten oder Keimblätter wie alle anderen vielzelligen Tiere gegliedert. Ehe ich dem Leser aber deutlich machen kann, in welcher Weise sich der Körper aus diesen drei Zellformationen zusammensetzt, muß ich ihn an der Hand der Fig. 18 noch auf einen anderen hochwichtigen Unterschied im Vergleich zu den Urtieren aufmerksam machen. In A sieht der Leser eine Gruppe von festsitzenden und zum Teil auch untereinander verwachsenen Individuen oder „Personen" eines sogen. Kalkschwammes in natürlicher Größe und bemerkt er daran oben eine Öffnung. Wie ein der Länge nach durchschnittenes Tier in B zeigt, führt aber diese Öffnung nicht, wie der Infusorienmund, in einen kurzen als Schlund dienenden Blindsack, sondern es ist hier im Körper eine große freie Höhle, die, wie ein Darm zugleich zur Ansammlung und zur Verdauung der Nahrung dient.

Einen ähnlichen, zum Teil der Leibeshöhle höherer Tiere vergleichbaren Binnenraum besitzen auch die Korallen- und die verwandten Tiere, weshalb wir sie auch Hohltiere nennen. Nun ist die Anordnung der oben erwähnten drei Zellschichten leicht zu begreifen. Die Sache ist nämlich so: ein Blatt bildet die äußere Körperwand, ein zweites die Auskleidung der eben erwähnten Höhle mit dessen Abzweigungen und das dritte und meist weitaus dickste stellt gewissermaßen die Füllung oder Verbindung der genannten zwei Wände her, daher es Mittelblatt heißt. Auch in anderer Beziehung ist nun dem Leser das wahre Verständnis eines Schwammorganismus näher gelegt. Der dem Leser vermutlich allein näher bekannte Badeschwamm ist keineswegs, wie man nach der getrockneten Handelsware schließen könnte, ein bloßes Hornfasergeflecht, sondern er hat gerade so gut einen lebenden, d. i. aus Zellen bestehenden Weichkörper wie wir

selbst, denn das erwähnte Nichtlebende oder das Skelett, das wir ja auch haben, ist nur eine in der erwähnten dicken Mittelzelllage, also mitten im Lebendigen abgeschiedene schwammige Masse, die den meist sehr großen Weichkörper hält und ihm Gestalt verleiht. — Wir kommen nun zu der uns hier vor allem interessierenden Frage zurück, mit welchen Werkzeugen der Schwamm seine Nahrungsaufnahme besorgt. Mit Rücksicht auf das Verhalten bei den Infusorien und bei den meisten höheren Tieren wird der Leser sicher glauben, daß die Nahrung durch die oben erwähnte große Öffnung, durch welche die Leibeshöhle mit der Außenwelt zusammenhängt, in die letztere eingeführt werde, umsomehr, als dies auch, wie wir später sehen werden, bei den übrigen Hohltieren der Fall ist. Bei den Schwämmen ist aber die Sache ganz anders und darin liegt eben ihr Hauptcharakter. Jede Schwammperson — ich rede hier nicht von Personenvereinigungen oder Stöcken — hat nämlich nicht, wie dies sonst Regel, nur einen einzigen Mund, sondern sie besitzt tausende, ja wir können wohl sagen, mitunter hundertausende von Einfuhröffnungen, die ringsum an der Außenseite des Körpers sich aufthun. Diese Öffnungen sind aber so klein, daß man sie mit freiem Auge meist gar nicht sieht, oder mit anderen Worten es sind bloße Poren, und darum werden auch die Schwämme sehr passend als Porenträger oder Poriferen bezeichnet. Wie wohl kaum zu sagen nötig, führen diese Poren in die Leibeshöhle und dient die weite, oft schornsteinartige Mündung derselben (das sogen. Osculum) zum Auswurf des von allen Seiten mit der Nahrung eindringenden Wassers. Auf welche Weise aber, wird der Leser von neuem fragen, wird diese Strömung oder Cirkulation des Nährwassers hervorgerufen? Nun im wesentlichen genau auf dieselbe Weise, wie bei den Glockentierchen Die Innenblattzellen nämlich, welche nicht nur die Leibeshöhle sondern auch die Porengänge auskleiden, sind mit Geißeln versehen, die derart nach Innen, resp. (in der weiten Höhle) gegen die Mündung zu sich bewegen, daß sie das Wasser in eine ir

allgemeinen ſtets in der gleichen Richtung verlaufenden Bewegung verſetzen. Dieſe inneren Werkzeuge, erſetzen alſo den Mangel der äußeren und daraus mag der Leſer erſehen, wie ſchwer es hält, beide ſcharf auseinander zu halten. Da wir uns ſchon ſo weit in das Innere

Fig. 19.



Skelettteile verſchiedener Kieſel- und Kalkſchwämme. a und b Periphragella Elisae, nach Marſhall. c u. d Euplectella aspergillum nach J. Carter. e Ascyssa acufera. f Leucandra sacharata nach Häckel. h Hakenſchwamm (Phoriospongia solida) aus Auſtralien, nach Marſhall. Stark vergr.

e gelaſſen, wollen wir kurz noch etwas hinzuſetzen. Es iſt das, d ß die außen beginnenden Porengänge nicht alle geſondert in d Höhle münden, ſondern ſich meiſt zu einem zierlichen Syſtem v zu- und abführenden Röhren vereinigen, zwiſchen welchen

sich rundliche mit besonders langwimperigen Zellen ausgekleidete Erweiterungen, die auch in Fig. 18 B angedeuteten Geißelkammern einschalten.

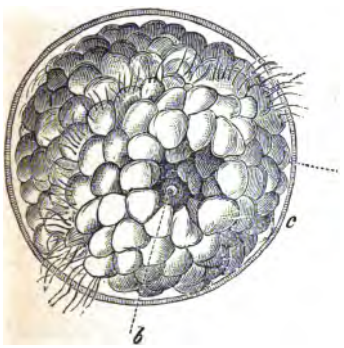
Der Leser hat gesehen, daß bei den Schwämmen die Ausbeute an jenen Bildungen, die wir in diesem Buche als mechanische Werkzeuge betrachten, in der That eine sehr geringe ist. Ungemein reich würde sie dagegen für einen solchen ausfallen, der sich die Aufgabe stellte, alle jene tierischen Teile zu verzeichnen, die — abgesehen von ihrer Funktion — überhaupt eine Ähnlichkeit mit künstlichen Werkzeugen und Waffen besitzen. Der Leser soll nämlich wissen, daß namentlich die aus Kalk oder Kieselsubstanz bestehenden Elemente der Skelette der verschiedenen Schwämme eine geradezu verblüffende Reichhaltigkeit an Gestaltungen zeigen und daß darunter namentlich auch so viele an unsere Waffen erinnernde Bildungen vorkommen, daß es beinahe scheint, als habe die Natur durch diese en miniature ausgeführten, oft höchst reizenden Dinge unsere eigene Erfindungsgabe beschämen wollen.

Statt aller weiteren Explikationen muß ich aber auf vorstehende Fig. 19 verweisen, die ein paar solcher Schwammscheinwaffen darstellt, und sei nur noch beigefügt, daß diese vorwiegend sicher auf die Festigung des Körpers abzielenden sonderbaren Nadeln, Haken, Sterne u. s. w. gelegentlich auch, soweit sie äußerlich hervorragen, wenigstens als Schutzwerkzeuge Bedeutung haben.

Obwohl ich glaube, daß der Leser auf Grund des Früheren nunmehr zugiebt, daß die Schwämme so gut Tiere sind wie die Korallen und andere vom Typus der höheren Tiere abweichende Geschöpfe, so will ich ihn zum Schlusse doch noch auf etwas aufmerksam machen, was jeden Zweifel an die tierische Natur der Schwämme sowohl als an den mechanischen Charakter ihrer Geißelwerkzeuge verscheuchen wird. Die Sache ist folgende. Die ganz jungen, d. i. die aus dem Ei kommenden Schwämme sind nicht, wie die Muttertiere festsitzend, sondern schwimmen mit

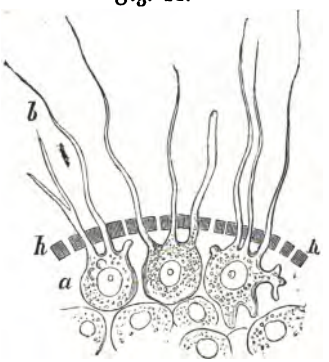
Hilfe von Geißeln, die in diesem Stadium auch an den äußeren Zellen vorkommen, durch das Wasser. Aber noch mehr. Diese in ihrem ganzen Wesen vom ausgebildeten Tier so sehr abweichenden Jugendformen der Schwämme, die man als Larven bezeichnet, haben im ganzen genau dieselbe Natur, wie die Larven anderer unzweifelhafter Wassertiere, z. B. der Korallen, der Stachelhäuter, der Würmer, der Weichtiere u. s. w., die sich gleichfalls, was ein für allemal gesagt sein soll, meist durch äußere Geißeln oder

Fig. 20.



In das Stadium der Larve übergehender Embryo eines Wurmes (Phascolosoma elongatum Kef.) nach Selenka. a Wimperreif. b Urmund. c Dotterhaut.

Fig. 21.



Eine Randpartie desselb. Objektes, stärk. vergr. a Zellen des Embryo mit den durch die Poren der Dotterhaut gehenden Wimpern (b).

Wimpern bewegen. Fig. 20 veranschaulicht eine solche Wimperlarve. Sie ist eine aus einer Zellschichte aufgebaute Kugel, in welche ein gleichfalls aus Zellen gebildeter, mit der Mündung uns zugekehrter Sack eingestülpt ist. Der erwähnte Binnensack ist der der oben beschriebenen Leibeshöhle des fertigen Schwammes entsprechende Verdauungsraum, woher sich auch der jetzt in der Wissenschaft oft gebrauchte Name Gastrula schreibt. Fig. 21 zeigt dann, wie die Geißeln gewissermaßen als Scheinfüße aus den einzelnen Zellleibern hervortreten und die Eihaut durchbohren.[11])

* * *

In einigen der grottenartigen Bassins des Berliner Aquariums sitzen auf malerisch gruppierten künstlichen Klippen verteilt, zahlreiche Tiere, die in so glühenden Farben prangen und so zarte blumenhafte Formen darbieten, daß auch dem nüchternsten Besucher, wenn er sie zum erstenmale erblickt, ein Ruf freudiger Überraschung entfährt. Man glaubt in der That vor einem Gartenbeete zu stehen, aus dem uns in bunter Mischung rosenfarbene Nelken, gelbe Tulpen, brennendrote Rosen und viele andere Blumen von mehr exotischem Habitus entgegen lachen. Diese herrlichen Meergeschöpfe sind die mit Recht so genannten Blumentiere (Anthozoen) auch Anemonen geheißen, die sich von den eng verwandten Korallentieren, abgesehen von ihrer meist sehr bedeutenden Größe, hauptsächlich dadurch unterscheiden, daß sie nicht wie jene aus zahlreichen miteinander mehr oder weniger eng verwachsenen Individuen bestehende „Stöcke" bilden, sondern einzeln leben und daß ferner ihr ganzer Körper weich bleibt, also nicht jene becherartigen Skeletteinlagerungen absondert, wie sie für die echten Korallen charakteristisch sind. Ein solches Blumentier und zwar eine Form mit verhältnismäßig schlankem Leib zeigt uns Fig. 22. Das Ganze ist (vgl. auch die spätere Fig. 23) ein ähnlicher Blindsack, wie eine „Kalkschwammperson", wobei aber die weite obere Öffnung nicht nur als Auswurfsloch, sondern zugleich auch als Mund dient. Rings um diese Öffnung befindet sich ferner — und darin liegt ein weiterer Unterschied im Vergleich zu den Schwämmen — ein Kranz von zahlreichen Fortsätzen, die oft länger als der ganze Körper sind und die eben dem Ganzen das Aussehen einer Blume geben. Aber gerade an ihnen kann der Beobachter a-

Fig 22.

Seerose oder Actinie. (Aiptasia Couchii Gosse) nach Häckel.

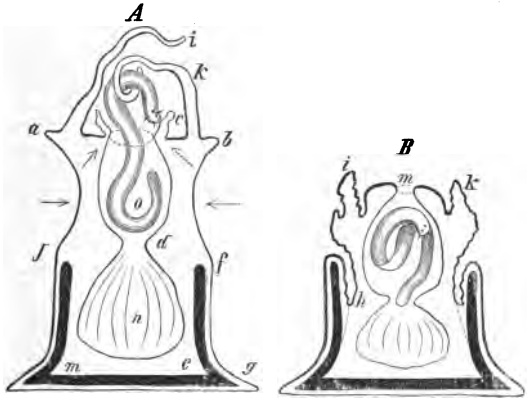
leichtesten bemerken, daß er es mit keinem pflanzlichen Gebilde, sondern mit einem regsamen Tiere zu thun hat. Läßt man nämlich Fleischstückchen oder allenfalls kleine tote Krebschen oder dergleichen auf sie fallen, so kommt plötzliches Leben unter sie Sie dehnen und krümmen sich als ob es lauter Würmer wären und zwar zu dem Zwecke, die erwähnten Nahrungsgegenstände zu erhaschen, zu umschlingen und dann in die weit sich aufsperrende Mundöffnung zu stecken. Aus diesem Grunde führen die erwähnten Fortsätze auch mit vollem Recht den Namen Fangarme oder Tentakeln und in ihnen haben wir auch in der That die wichtigsten Außen-Werkzeuge der Anthozoen vor uns. Das Echtierische dieser merkwürdigen Geschöpfe kommt aber noch in anderer Weise zum Vorschein. Sie sind nämlich auch, was im Aquarium freilich selten zu beobachten ist, einer gewissen Ortsveränderung fähig. Ehe wir aber angeben, wie diese von statten geht, wollen wir zuvor sehen, auf welche Weise sie sich derart festzuhalten vermögen, daß es oft leichter ist, sie in Stücke zu zerreißen als von ihrem Sitze unbeschädigt zu entfernen. Diese Fixierung wird durch die auch in obiger Figur ersichtliche Fußscheibe vermittelt, die, wie wir gleich hören werden, auch in anderer Beziehung als das zweite äußere Hauptwerkzeug zu gelten hat. Das Prinzip aber, nach welchem der Blumentierfuß fixierend wirkt, ist im wesentlichen dasselbe wie beim Schneckenfuß. Er sondert erstens aus besonderen Drüsen ein Klebmittel ab und wirkt dann fürs zweite, indem durch Zurückziehung des zuerst flach angedrückten Mittelteiles ein Leerraum geschaffen wird, als Saugnapf, der namentlich bei gewissen Formen, z. B. beim zierlichen Glockenpolyp (Lucernaria) stark entwickelt ist Mit dem gleichen Werkzeug geschieht nun auch in der Regel di Bewegung. Indem sich nämlich auf der Fußscheibe, ganz so w der wie bei den Schnecken, wellenartige Erhebungen bilden, gl tet derselbe, ähnlich wie ein schwerer auf unterlegten Walzen ri jender Körper langsam vorwärts, und sei noch bemerkt, daß si die äußerst schmiegsame Sohle allen Unebenheiten der Unter-

lage anpassen kann. Bei gewissen Formen scheint aber der zu Fuß noch in anderer Weise als Bewegungsvorrichtung dienen. Von einer Gattung (Minyas) wird nämlich erzählt, daß der stark ausgehöhlte Fuß Luft enthält, die, sobald sich der Fuß von der Unterlage loslöst, den Körper in die Höhe hebt. Einigermaßen überraschen wird es den Leser, zu vernehmen, daß mitunter auch die Fangarme als Bewegungswerkzeuge dienen, und zwar wieder auf eine doppelte Art. Die losgelöste Anemone breitet dieselben nämlich aus und läßt sie, ähnlich wie die Geißeln der Flagellaten, als Schwimmwerkzeuge wirken oder das Tier stellt sich, wenn wir so sagen dürfen, auf den Kopf und die abwärts gegen die Unterlage gerichteten Fangarme werden dann in einer uns aus der Knabenzeit wohlbekannten Weise zum Gehen verwendet. Diese befremdende Art der Ortsveränderung, der wir übrigens bei den in mancher Hinsicht ähnlich gebauten Tintenfischen wieder begegnen werden, beobachtet man namentlich bei dem schon erwähnten Glockenpolyp, der, offenbar zur bequemeren Anheftung, an den Spitzen der Fangarme besondere Saugnäpfe besitzt und nebstdem auch noch auf eine später zu schildernde Weise durch rhythmisches Öffnen und Schließen der die Tentakeln verbindenden glockenartigen Hautausbreitung schwimmen kann.

Nun ist es aber höchste Zeit, daß wir uns auch den ganzen Mechanismus, der die vorerwähnten Bewegungen und namentlich die der Fangarme hervorbringt, etwas näher ansehen, und zwar soll dies zunächst mit Hilfe der Längsschnitte in nachstehender Figur 23 geschehen. Diese Durchschnitte beziehen sich auf jene echten Korallentiere, die ihren im wesentlichen den Anemonen gleichenden Weichkörper in einen festen, aus schwammiger Kalkmasse bestehenden Becher oder „Kelch“ zurückziehen können. Um gleich mit diesem Kelch zu beginnen, so ist derselbe nicht etwa ein äußeres Gehäuse wie die Schneckenschale, sondern ganz so wie das Skelett der Schwämme, eine innere und zwar abermals im sogen. Mittelblatt entstehende

Bildung, also äußerlich noch von einer nach und nach freilich sich abreibenden Zelllage überzogen. Das weitere ist dann aus der Abbildung zu erkennen, in welcher die breite schwarze Linie im Fußteil des Körpers das becherartige Skelett darstellt, das man sich zweckmäßig auch als hohles Stativ oder Piedestal denken kann. Wie man sich aber das Zurückziehen des ganz weich bleibenden Vorderkörpers zu denken hat, ist speziell aus Fig. B zu entnehmen. Eine nähere Erklärung erfordert jedoch

Fig. 23.

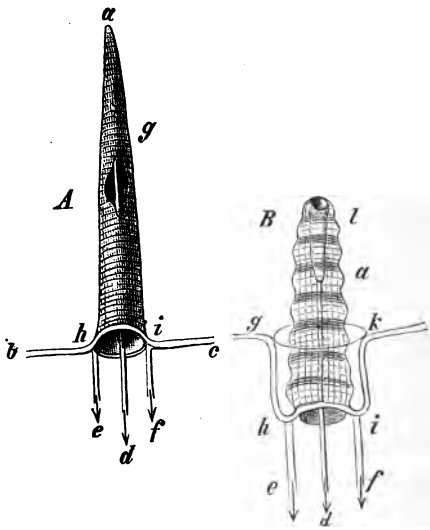


Längsschnitt eines Korallentieres. A im ausgestreckten, B im zusammengezogenen Zustand. a b Mundscheibe, i k Fangarm, c vorgestülpter Schlundteil, o Schlund, n Magen, d Schließmuskel zwischen beiden, l m f g Kalkbecher. (Original.)

der Mechanismus, durch den diese Zusammenziehung und Einstülpung des Körpers bewerkstelligt wird. Derselbe ist im ganzen ein sehr einfacher. Wie alle übrigen vielzelligen Tiere (mit Ausnahme der Schwämme) besitzen nämlich auch die in Rede stehenden bereits echte Muskelfasern, die, was man sich auch für die Folge merken mag, stets im Mittelblatte liegen. Diese teils der Länge, teils der Quere nach angeordneten Muskelfasern bilden aber hier nicht etwa wie am Skelett der Wirbeltiere isolierte, für sich abhebbare Massen, sondern sind, ähnlich wie z. B. an unserer Stirn und am Bauch, mit der äußeren Haut

verwachsen, und bilden im Verein mit ihr das, was man in der Wissenschaft als Hautmuskelschlauch bezeichnet. Nun dürfte die oben erwähnte Zusammenziehung und Einstülpung des Weichkörpers leicht verständlich sein. Sie beruht nämlich einfach auf einer Verkürzung oder Kontraktion des Hautmuskelschlauches und wird speziell die Einstülpung in den Kelch durch die starke

Fig. 24.



Schema zur Erläuterung der Einstülpung hohler muskulöser Körperfortsätze. (Original.)

Kontraktion gewisser durch die Punktlinien bei h angedeuteten Längsfasern hervorgebracht.

Eine besondere Besprechung erfordert noch der Mechanismus der Ein- und Ausstülpung der Hauptwerkzeuge der Blumentiere, ich meine der Fangarme. Wenn ein solches Geschöpf ein größer Beuteobjekt, z. B. einen Krebs, eine Schnecke, eine Musch l oder dergleichen in die Verdauungshöhle hineingestopft h , so pflegt es nicht nur in der oben beschriebenen Weise d Vorderleib, sondern auch die jetzt von aller Arbeit erlös n

Fangarme derart einzuziehen, daß der ganze Körper wie ein unförmlicher dicker Klumpen aussieht. Dieses Verschwindenmachen der Fangarme beruht nun auf folgendem. Die Fangarme sind hohle Ausstülpungen des Hautmuskelschlauches und haben also wie dieser Längs- und Ringmuskelfasern, die in beistehender, behufs Erklärung noch anderer Erscheinungen schematisierter Figur mit angedeutet sind. Ziehen sich die Längsmuskeln zusammen, so verkürzt sich natürlich auch der ganze Schlauch und nimmt das aus B ersichtliche faltige Aussehen an. Um aber den kontrahierten Fangarm ganz unter das Niveau der Mundscheibe zurückzuziehen, ist noch mehr nötig. Es geschieht dies in der aus der Figur ersichtlichen Weise auf die Art, daß zugleich die Körperhaut rings um die Basis des Fangarmes (durch die Muskeln h e und i f in A) eingezogen oder daß mit anderen Worten eine Tasche (Fig. B, g, h, i, k) gebildet wird, in welcher der stark verkürzte Fühler sich ganz verbergen kann. Um spätere Wiederholungen zu ersparen, füge ich gleich bei, daß dieselbe Einstülpung auch an vielen anderen vorragenden weichen Körperteilen, namentlich aber an gewissen fühlerartigen Werkzeugen, sowie an den Rüsseln diverser Tiere zu beobachten ist. Bei den genannten Organen kommt aber zuweilen noch eine dritte Einstülpungsart, nämlich die von der Spitze aus vor. Denken wir uns durch den Schlauch A einen Muskel (d) gespannt, der sich inwendig am Ende desselben ansetzt, so ist leicht zu begreifen, daß eine Zusammenziehung desselben eine Einstülpung des Endteiles bewirkt, wie solche oben bei B dargestellt ist. Hier sieht man an der Spitze die Öffnung des nach Art eines Handschuhfingers umgekrempelten Schlauches und bei a dessen Ende mit dem Ansatz des erwähnten Rückziehmuskels. Sehr schön und bequem kann man diese Form von Invagination unter anderem an den Fühlhörnern unserer Weinbergschnecke beobachten.

Nicht minder beachtenswert wie der Mechanismus der Einziehung der Fangarme ist aber jener ihrer Wiederausstülpung.

Befühlt man diese Werkzeuge im Stadium ihrer stärksten Entfaltung mit den Fingern, so überzeugt man sich, daß sie ungemein prall und steif sind und es ist naheliegend, daß dieser Zustand nicht von ihren Muskeln allein herrühren kann. Und in der That hängt diese für die Leistungsfähigkeit unserer Werkzeuge höchst wichtige Steifung von einer anderen interessanten Einrichtung ab, die wir, da sie im Reiche der Wirbellosen eine sehr weite Verbreitung hat, unbedingt etwas näher kennen lernen müssen. Wie der Leser weiß, hat der Blumentierkörper im Innern eine geräumige Höhlung, die selbstverständlich, da sie mittelst des Mundes mit dem äußeren Medium zusammenhängt, stets von Wasser erfüllt ist. Speziell bei unseren Geschöpfen sondert sich dieser Binnenraum in zwei durch einen starken Schließmuskel separierte Abteilungen, nämlich (vgl. Fig. 23) in einen äußeren dickwandigen Schlauch, den vorstülpbaren Schlund, und in einen im Grunde des Körpers gelegenen Sack. Wie ferner am besten aus einem durch letztere Region gelegten Querschnitt zu ersehen, gleicht dieser Sack einer leeren Mohnkapsel, indem er durch radiäre Scheidewände in zahlreiche Fächer abgeteilt ist, und zwar hauptsächlich zum Zweck der Vergrößerung der verdauenden und atmenden Fläche, wie denn ja die bekannten Faltungen der Haut unseres Darmes oder die einer Kieme dieselbe Bestimmung haben. Die spaltförmige Höhlung eines jeden dieser Fächer erstreckt sich nun, und das ist für unsere Frage sehr wichtig, bis hinauf zu den Fangarmen, oder richtiger, sie hängt unmittelbar mit der Höhlung der letzteren zusammen. Das weitere ist nun von selbst zu erraten. Der ganze Blumentierleib stellt vom angegebenen Gesichtspunkt aus eine Spritzflasche vor, durch welche alle die röhrenartigen Fangarme prall gefüllt oder injiziert werden können. Dies geschieht aber einfach so, daß der oben erwähnte Schließmuskel dem Wasser den Ausgang aus der unteren Höhle versperrt und daß sich dann die Ringmuskeln des Körpers von unten nach oben zusammenziehen. Dadurch wird nämlich be-

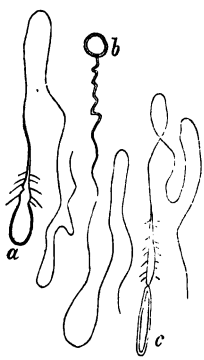
greiflicherweise auch die erwähnte Leibeshöhle verengt, und das Wasser hat nun keinen andern Ausweg als hinein in die Fangarme, deren Wandungen ungemein dehnbar sind. Erwähnen müssen wir nur noch, daß das Leibeswasser, welches selbstverständlich nicht ganz rein, sondern mit Nährsäften vermengt ist, teilweise auch bei geschlossenem Mund und Schlundsphinkter wirklich ausgespritzt werden kann und zwar teils durch die Spitzen der Fangarme, teils durch gewisse Poren der Körperwandung.

Wenn der Leser die Blumentiere betrachtet, die oft weit über hundert Fangarme von der Länge des Körpers besitzen, so wird er sicherlich der Meinung sein, daß letztere vermöge ihrer mechanischen Beschaffenheit selbst zur Bewältigung größerer Beuteobjekte vollkommen ausreichen, ja daß die Natur diese heimtückischen Räuber allzu verschwenderisch mit Angriffswaffen ausgestattet habe. Und doch sind diese Werkzeuge für sich allein beim Fanggeschäft von relativ geringer Bedeutung im Vergleich zu gewissen andern auf ihnen vorkommenden Gebilden, die man füglich ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen als *unsichtbare Waffen* bezeichnen kann. Daß aber thatsächlich bei der Bewältigung der Beuteobjekte an den Fangarmen außer ihrer mechanischen Kraft noch gewisse andere Eigenschaften in Betracht kommen, das können wir schon ohne Zuhilfenahme des Mikroskopes erfahren. Berührt man nämlich gewisse Aktinien mit den Fingern oder noch besser mit der noch empfindlicheren Tastfläche der Zungenspitze, so schrickt man unwillkürlich zurück, denn es ist gerade so, als ob uns eine Nessel „gebrannt" hätte. Dieselbe merkwürdige Eigenschaft des Nesselns besitzen aber nicht allein die Blumen- sondern mehr oder weniger alle Hohltiere mit Ausnahme der in jeder Hinsicht unverfänglichen Schwämme, und deshalb werden erstere auch als Nessel-Cölenteraten (Cnidaria) den letzteren gegenüber gestellt. Diese Fähigkeit zu nesseln ist nun aber an die Gegenwart der obenerwähnten mikroskopisch kleinen Gebilde gebunden, denn an Tieren oder Körperstellen, wo diese fehlen, findet auch kein Nesseln statt, während es im

allgemeinen um so stärker wird, je mehr sie sich auf einem bestimmten Teil der Berührungsfläche anhäufen. Gleichfalls ohne Mikroskop kann man sich aber auch davon überzeugen, daß die in Rede stehenden für das freie Auge unsichtbaren „Nesselorgane" thatsächlich beim Fangen lebender Beuteobjekte eine wichtige Rolle spielen. Man sieht nämlich häufig, daß irgend ein Tier — selbst ein größeres — so zu sagen wie vom Blitze gelähmt wird, sobald es nur an einen solchen Körperteil z. B. an einen Fangarm, der solche Nesselorgane hat, anstößt.

Der Leser wird aber schon gerne erfahren wollen, wie denn diese mikroskopischen Waffen aussehen, und auf welche Weise sie die angedeutete höchst auffallende Wirkung hervorbringen. Zu diesem Zwecke müssen wir ein möglichst kleines Nesseltierchen unter dem Mikroskop beobachten, und eignet sich hierzu z. B. sehr gut die einzige Süßwasserform, die es aus dieser großen Klasse giebt, nämlich der sog. Armpolyp (Hydra), die man stellenweise, namentlich an der Unterseite der Wasserlinsen, ziemlich häufig antrifft. Berühren wir mit irgend einem feinen Gegenstand z. B. einer Nadel das zierliche Tierchen an einem seiner Fangarme, so sehen wir, daß aus der Haut derselben winzige bläschenartige Körperchen (Fig. 25 a) hervorschießen, von welchen die meisten in einen langen, an der Wurzel mit kleinen Widerhäkchen versehenen Faden auslaufen. Dies sind nun die Nesselorgane resp. die Nesselkapseln im Zustand ihrer Wirksamkeit, und es ist leicht zu erraten, daß man es hier, wenn ich so sagen darf, mit vergifteten d. h. mit einer ätzenden Flüssigkeit getränkten Angelschnüren zu thun hat. In der That kann man sich auch unmittelbar davon überzeugen, daß diese minutiösen Fernwaffen oder Schleudern nicht nur chemisch, sondern au

Fig. 25.



Mehrere Formen (a b c) entladener Nesselkapseln.

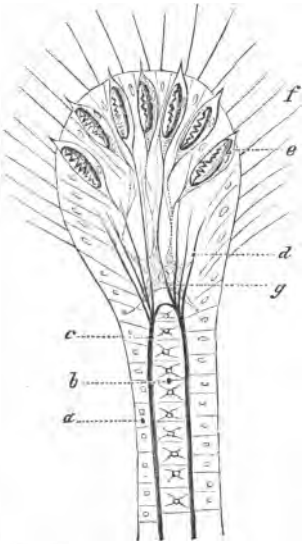
mechanisch wirksam sind. Kommt nämlich zufällig irgend ein sorgloses lebendes Geschöpf, sagen wir ein kleines Krebschen, mit einem Fangarm in Berührung, so sehen wir, daß Tausende und Tausende solcher Angelschnüre auf dasselbe geschleudert werden, und daß es in kurzer Zeit ähnlich wie eine zappelnde Fliege von einer Spinne rings von diesen über alle Vorstellung feinen Fädchen derart umstrickt wird, daß es schließlich, zugleich erschöpft von der chemischen Einwirkung, kein Glied mehr zu rühren vermag. Selbstverständlich ist es auch in diesem Falle die große Zahl der kleinen Fernwaffen, durch deren vereinigte Thätigkeit eine so auffallende Wirkung hervorgebracht wird und will ich, damit der Leser doch eine ungefähre Vorstellung von der Menge dieser Angelorgane bei einem Individuum erhält, beifügen, daß nach Möbius [12]) u. a. ein einziger Fangarm der sammtgrünen Seerose (Anthea cereus) bei dreiundvierzig Millionen enthält.

Nun müssen wir aber auch sehen, wie denn die Entladung der Nesselfäden stattfindet und wie es denn überhaupt mit dem ganzen Mechanismus dieser merkwürdigen Geschosse und der damit zusammenhängenden Einrichtungen bestellt ist. Zu dem Zwecke wolle sich der Leser zunächst mit umstehender Figur 26 vertraut machen, die uns ein am knopfartig verdickten Ende mit Nesselorganen ausgerüstetes fangarmartiges Werkzeug einer später noch näher zu besprechenden Polypenform darstellt.

Man bemerkt hier am Stiel des Nesselkopfes dreierlei Gewebslagen, nämlich eine äußere Zellschichte (a), eine innere oder centrale Säule von Zellen b und dann zwischen beiden als mantelartige Umhüllung des centralen Stranges eine Lage von Längsmuskelfasern. Letztere erklärt uns, wie so denn der ganze Arm oder Stiel zurückgezogen und dann wieder ausgestreckt werden kann. Hinzuzufügen ist bloß noch, daß der centrale Strang derart elastisch ist, daß er sich, wenn er durch den Muskelmantel zusammengezogen oder verkürzt wird, ähnlich wie eine zusammengedrückte cylindrische Drahtspirale von selbst wieder

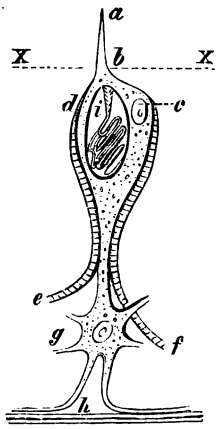
ausdehnt. Betrachtet der Leſer die Zellen der äußeren Lage, ſo wird er bemerken, erſtens, daß dieſelben gegen den Neſſelknopf zu immer länger werden, und zweitens, daß ſie dort zweierlei abwechſelnd vorkommende Formen bilden, nämlich ſolche mit einem langen Fühlfaden f. und andere mit einem länglichen dunkelrandigen Bläschen e im Innern. Letztere ſind nun eben die

Fig. 26.



Ein ſog. Wehrtier (Machopolyp) von Aglaophenia aus d. Südſee nach v. Lendenfeld. a äußere Zellage (Ectoderm), b innere (Entoderm), c Muskelſchichte, d Ausſtrahlungen derſelben, g Ganglienzelle, e Neſſelkapſel, f Fühlfadenzellen.

Fig. 27.



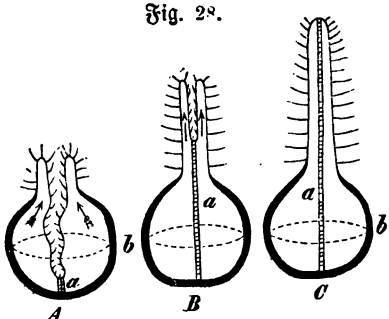
Eine einzelne Neſſelkapſelzelle (Cnidoblast) des Wehrtieres von Aglaophenia nach v. Lendenfeld. X X Oberfläche des Körpers, b a Griffelfortſatz (Cnidocil) der Zelle, c Kern, i Neſſelkapſel, e d u. f e Muskel-Beleg der Zelle, h Nervenfaſern, Ganglien-Zelle.

Neſſelkapſeln, die ſich ſonach als eigentümliche Inhaltskörper gewiſſer Außenzellen, der ſog. Neſſelkapſelerzeuger (Cnidoblasten) erweiſen. Ferner kann man wahrnehmen, daß der früher erwähnte Faden der Neſſelkapſeln nicht frei hervorragt, ſondern gleich einem in ſeine Handhabe zurückgeſchlagenen Korkzieher,

im Innern derselben liegt. Um nun endlich auf den Entladungsmechanismus zu kommen, so beachte man an unserer Figur noch zweierlei: erstens die feinen Muskelfäden (d), die von der äußeren Kappe des früher erwähnten Muskelmantels gegen die Nesselzellen hin ausstrahlen, und dann zweitens die noch zarteren durch Punktlinien angedeuteten Streifen, die sich gleichfalls mit den in Rede stehenden Zellgebilden in Verbindung setzen. Letztere sind aber nichts anderes als wurzelartige Ausläufer einer Nerven- oder Ganglienzelle (g) und müssen wir nur noch hinzufügen, daß dieselben zur Vermittelung und zur Leitung von Reizen dienen und daß solche besondere Reizvermittelungsorgane erst bei den Hohltieren vorkommen, während sie den Urtieren völlig mangeln. Das Nähere dieser erst in jüngster Zeit durch die schönen Untersuchungen Lendenfelds [13]) bekannt gewordenen Ausrüstung der Nesselorgane zeigt uns die stärker vergrößerte Zelle in Figur 27. Wir haben da außer der Nesselkapsel (i) und dem Kern (c) noch rings um die Zelle eine Muskelhülle d und dann unten die Verbindung mit den Nervenfasern. Nebstdem besitzt aber unsere Zelle noch ein wichtiges Hilfsorgan, nämlich einen fingerartig über das Körperniveau vorstehenden Fortsatz (ba), den sog. Cnidocil, den man füglich als Zell-Fühler ansehen kann. Nun läßt sich zum Mindesten schon das Ausstoßen der ganzen Nesselkapsel begreifen. Kommt ein fremder Körper mit dem eben erwähnten Fühler der Zelle oder mit den längeren Fühlfäden der Nachbarzellen in Berührung, so wird entweder direkt oder indirekt d. i. durch Vermittelung der angegebenen Nervenfasern ein Reiz auf den Inhalt beziehungsweise auf die Muskeln der Zelle ausgeübt. Die Folge davon ist aber eine Zusammenziehung des Zellprotoplasmas resp. der Umhüllungsmuskeln und diese Kontraktion ist es eben, die die Nesselkapsel herausschleudert. Nun haben wir nur noch die Entladung der Kapsel selbst, oder das Freiwerden seines Angelfadens zu erklären. Zu dem Ende muß der Leser vor allem wissen, daß dieser Faden eine dünne mit dem Hals der

Kapsel zusammenhängende und in letztere hineingestülpte Röhre ist. Zur Erläuterung des übrigen diene dann Fig. 28. A stelle uns einen kleinen mit Wasser gefüllten Kautschukballon vor, in welchen ein am Ende geschlossenes Röhrchen aus einem leicht biegsamen Material derart eingesetzt ist, daß die Wand desselben unmittelbar in jene des Ballons übergeht. Drücken wir nun den letzteren unter dem Halse, sagen wir im Umkreis der Punktlinie b etwas zusammen, so wird das Wasser offenbar gegen den relativ leicht nachgiebigen Hals gedrängt und die Folge ist, daß das Röhrchen wie ein Handschuhfinger vom Grunde aus nach und nach (vgl. B. C.) ausgestülpt wird. Nehmen wir dann ferner an, es wäre unser biegsames Einsatzröhrchen, wie in der Abbildung, inwendig mit kleinen Härchen oder Häkchen besetzt, so ist klar, daß letztere dann nach erfolgter Ausstülpung äußerlich hervortreten würden. Ganz in derselben Weise hat man sich nun auch das Auswerfen der Nesselfäden zu denken, nur daß das betreffende Röhrchen, wie uns die Figuren 29, a b c, zeigen, ganz außerordentlich dünn und so lang ist, daß es in der Kapsel nur in einem dicht zusammengerollten oder geknäuelten Zustande Platz findet. Offenbar erhöht diese dichte Verpackung oder Anstopfung der Kapsel deren innere Spannung und es bedarf nur eines geringen äußeren Druckes anläßlich der Zusammenziehung der Zelle, um diese, wie der Leser jetzt zugeben wird, in der That höchst merkwürdigen kleinen Geschoß zur Entladung zu bringen.

Fig. 28.

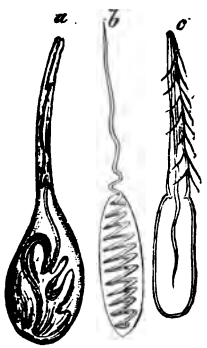


Schema zur Erläuterung der Entladung des Nesselkapselfadens und anderer ähnlicher Mechanismen. Der Muskel a kommt an den Nesselkapseln nicht vor, sondern bezieht sich auf gewisse Rüsselbildungen. Orig.

Bei den höhern Tieren stehen, wie jeder weiß, die verschiedenen äußeren Werkzeuge in einem so engen und unmittelbar

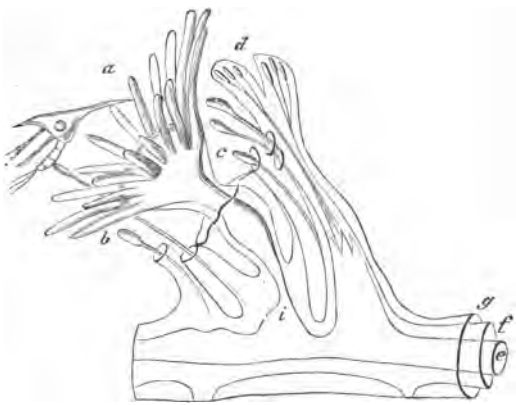
Zusammenhang mit dem Ganzen, daß über ihre Zugehörigkeit zu demselben absolut kein Zweifel herrscht. Ganz anders verhält es sich, wie wir im nachstehenden zeigen wollen, bei gewissen niederen Tieren und ganz besonders bei den in so vieler Hinsicht höchst eigentümlichen Cölenteraten. Vor allem müssen wir, um das folgende verständlich zu machen, vorausschicken, daß aus dem Ei gewisser Cölenteraten nicht ein einzelnes Individuum sondern zunächst eine Art Gezweige oder Baum entsteht,

Fig. 29.



Nesselkapseln einer Seerose (Cerianthus) nach A. Heiber. a Faden, knäuelförmig gewundener, b schraubenförmig, c halb ausgestülpt. Sehr stark vergr.

Fig. 30.



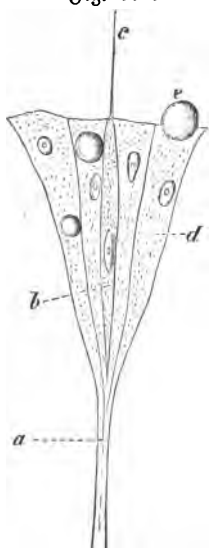
Stück eines Polypenstockes (Aglaophenia) aus d. Südsee nach v. Lendenfeld. a Nährtier, b ober- c unterständige Kleborgane, d Nesselorgane (Wehrtiere), e Höhlung des Stockes, i Übergang in die Höhlung des Nährtiers, f Körperwand (Endosark), g Chitinhülle (Ectosark).

der erst auf dem Wege der Knospung die dem Muttertier mehr oder weniger gleichenden blumenartigen Tiergebilde erzeugt. Fig. 29 enthält ein kleines Stück eines solchen baumartigen „Stockes" samt einer der erwähnten Knospen (a), die schon durch ihren Tentakelkranz sofort an ein Blumentier erinnert. In der That besitzt dieses Gebilde auch einen Mund, sowie eine Höhlung, die aber, wie man bemerken wolle, nach hinten zu nicht abgeschlossen, sondern mit dem gemeinsamen die Cirkulation der

Nahrung vermittelnden Hohlgang (e) des Stockes (bei i) zusammenhängt. Da das in Rede stehende Gebilde unfruchtbar bleibt und lediglich nur für die Ernährung der Gesamtkolonie zu sorgen hat, wird es als Nährindividuum bezeichnet. Doch kommen wir nun auf das für uns Merkwürdige.

Es ist das, daß dem Nährtier, obzwar seine Tentakeln ebenso gut wie die der echten Blumentiere mit allem Zubehör zum Fangen der Beute und insbesondere auch mit Nesselzellen ausgestattet sind, außerdem noch besondere Hilfsorgane zur Seite stehen. Ich sage ausdrücklich „zur Seite stehen", weil die betreffenden in der Figur mit b, c und d bezeichneten Werkzeuge, nicht etwa wie unsere Arme vom Hauptkörper, entspringen, sondern derart abseits stehen, als ob sie gar nicht zu ihm gehörten. Solcher gewissermaßen als selbständige Akteure fungierender Werkzeuge sind aber zweierlei. Erstens lange, leicht aus- und einziehbare Fäden mit einer klebrigen in Figur 30* stärker vergrößerten Endanschwellung (b) und dann gleichfalls bewegliche mit einem kontraktilen Stiel versehene Gebilde (vgl. Figur 25), die am Ende mit Nesselbatterieen versehen sind. Erstere dienen, wie der Leser wohl schon erraten hat, nach Art der Leimruten zum Fangen kleinerer Objekte, die dann dem Tentakelkranz des Nährtieres überantwortet werden, letztere hingegen zur Wehrlosmachung oder Tötung größerer Beuteſtücke.

Fig. 30*.



Kleborgan des Tieres in Fig. 29. a contractiler Stil, b Tastzelle mit Haar, c Klebzelle mit Klebkügelchen(e), das aus der Zelle abgesondert wird. Nach v. Lendenfeld.

Interessant ist es zu sehen, daß, wenn diese Nesselbatterieen mittelst ihrer Stiele zum Angriff vorgeschoben werden, die leicht verletzbaren Klebfäden sowie auch die relativ zarten Fangarme des Nährtiers eingezogen werden, ein Manöver, das an die be-

kannte Karrébildung bei einer Kavallerieattacke erinnert. Um einigermaßen vollständig zu sein, müssen wir zum Schluß noch bemerken, daß die eben erwähnten Nesselwerkzeuge von manchen Forschern geradezu als selbständige Personen, als wahre Wehr- oder Kampftiere (Machopolypen) bezeichnet werden; eine Auffassung, die doch etwas zu weit gehen dürfte. Für unsere Zwecke genügt es zu wissen, daß die mechanischen Werkzeuge der Tiere mitunter viel loser miteinander verknüpft sind als dies bei den höheren konzentrierter gebauten Geschöpfen der Fall ist.

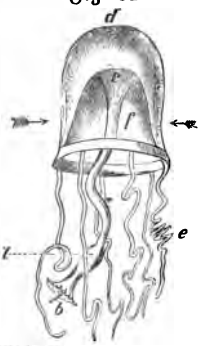
* * *

Bisher war stets nur von den mechanischen Werkzeugen jener Nesseltiere die Rede, die entweder, wie die Korallen, ganz festgewachsen sind oder die doch, wie die Seerosen, ihren Standort in der Regel nur selten wechseln. Es giebt aber auch zahlreiche Formen, die ein völlig freies ungebundenes Leben führen und diese wollen wir nun namentlich in bezug auf ihre die Ortsveränderung bewirkenden Einrichtungen auch ein wenig kennen lernen. Die betreffenden Tiere, die sich mit ganz geringen Ausnahmen alle schwimmend bewegen, führen den Namen Quallen, die sich indes wieder in mehrere Formenkreise teilen. Der bekannteste darunter ist der der Schirmquallen oder Medusen, Tiere, die wir im Gegensatz zu den andern fast ausschließlich den südlichen Meeren angehörenden Gruppen, auch in unseren deutschen Meeren und zwar oft in solcher Menge antreffen, daß das Wasser auf ein paar Kilometer weit von ihnen buchstäblich ganz erfüllt ist. — Eine, freilich unendlich dürftige Vorstellung eines solchen Geschöpfes soll Fig. 31 geben; wir müssen derselben aber wenigstens hinzufügen, daß die meisten Schirmquallen viel größer werden — manche erreichen den Umfang eines Wagenrades —, ferner, daß sie aus einer ganz weichen, gallertartigen und wie Glas durchsichtigen Masse bestehen und schließlich, daß sie sich meist in ein so zartes Blau oder Violett kleiden, daß sie sich im

bläulichen Wasser oft nur wie schwebende Schattenbilder ausnehmen.

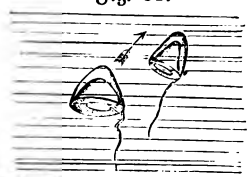
Das übrige für uns Wichtige ist einigermaßen aus der Zeichnung zu ersehen. Vor allem beachte der Leser, daß der Körper in der That einem Schirme oder hier vielmehr einer Glocke gleicht, indem vor jener Stelle (c), wo sich in der Regel der Mund öffnet, ein weiter von dünnen Wänden umgebener Vorraum (f) liegt. Diese Aushöhlung ist nun aber für das Tier von großer Bedeutung, denn auf ihr und auf der Kontraktilität der Wandungen beruht eben fast ausschließlich die Fähigkeit der Ortsveränderung, weshalb man auch füglich den ganzen Sack resp. das ganze Tier als eine Schwimmvorrichtung bezeichnen kann. Das Prinzip eines solchen Schwimmers ist ebenso einfach als sinnreich. Indem sich nämlich die Wandungen des Hohlraums hauptsächlich vermittelst ihrer Ringmuskelfasern zusammenziehen, wird das in demselben befindliche Wasser ausgestoßen. Dadurch entsteht nun, wie dies Figur 32 versinnlicht, eine Bewegung des Tieres nach der entgegengesetzten Richtung, im gegebenen Fall also, wo die Mündung der Glocke unten ist, nach oben. Wir wollen gleich beifügen, daß das gleiche Bewegungsprinzip nur in minder ästhetischer Ausführung auch bei jenen Fischen und Libellenlarven vorkommt, die behufs der Atmung in ihre erweiterungsfähige Kloake aus der Umgebung Wasser aufnehmen und dieses dann wieder in einem kräftigen Strahl ausspritzen. Unsere Quallen können aber nicht nur mit dem Gipfelpol des Schirmes nach oben, sonde n

Fig. 31.



Schirmqualle (Carmaria hastata) im zusammengezogenen Zustand. a gestielter Magen, b Mund mit Zunge. e aufgerollte Senkfäden, f Schirmhöhle.

Fig. 32.



Kleine Schirmqualle (Corymorpha nutans) mit nur einem Senkfaden.

auch nach unten oder seitwärts gewendet schwimmen und sieht man sie an ihrem natürlichen Standorte auch in der That in allen nur erdenklichen Stellungen durcheinander gaukeln. Vergessen darf man hierbei auch nicht, daß das spez. Gewicht dieser sowie der meisten anderen Wassertiere nur um ein Minimum größer als das des Aufenthaltsmediums ist, weshalb schon eine leichte wellenartige Bewegung des dünnen Schirmrandes genügt, sie in der Schwebe zu erhalten oder, wenn auch nur langsam, von der Stelle zu bringen.

Nur ganz flüchtig können wir die übrigen Werkzeuge der Schirmquallen berühren. Es sind dies, wie man z. B. an Figur 31 erkennt, einmal fransenartige Anhänge oder Tentakeln rings am Rande des Schirmes und dann gewisse lappenartige nach den einzelnen Gattungen übrigens sehr verschiedengestaltige Fortsätze in nächster Umgebung der Mundöffnung. Erstere, also die Randtentakeln, sind oft ungeheuer lang, im Ruhezustand aber spiralig aufgerollt. Das Ausstrecken geschieht, wenn sie hohl sind, ähnlich wie bei Blumentieren durch Injektion der hier in besonderen Kanälen zirkulierenden Nährflüssigkeit. In der Regel sind sie reich mit Nesselkapseln ausgestattet, welche letztere hier ausschließlich auf die Anhänge beschränkt bleiben, also nicht wie bei den Aktinien am ganzen Körper, ja sogar, wie wir oben zu erwähnen vergaßen, auch im Magen vorkommen. Von den eigentlichen wie schon bemerkt höchst mannigfaltigen Mundwerkzeugen sei, um doch ein Beispiel zu geben, nur des eigentümlichen Verhaltens an unserem Mustertier (Fig. 31) gedacht. Statt eines einfachen Maules im Grund der Schirmhöhle sehen wir hier einen weit aus der Glocke heraushängenden Klöppel, der, merkwürdig genug, Rüssel und Magen zugleich ist. Die eigentliche Verdauungshöhle befindet sich nämlich hier nicht etwa oben im Schirme selbst, sondern ganz unten am Ende des Stieles (bei a), gleich hinter dem Mundtrichter.[14])

Ehe wir die Schirmquallen verlassen, müssen wir dem Leser noch eine zu diesen gehörige hinsichtlich ihrer Bewegungswerk-

zeuge aber von allen Nesseltieren abweichende Form vorführen. Es ist (Fig. 33) die kleine, nach O. Schmidt meist auf den schön grünen Seelattichblättern lebende Kriechqualle. Der Schirm sowie der rüsselartige auf dem Boden nach kleinen Nährobjekten herumtastende Mund läßt uns sofort die Meduse erkennen. Höchst fremdartig muten uns aber die sechs mit einem Saugnapf (a) und einer kandelaberartig aufgerichteten Nesselbatterie (b) bewaffneten lang ausgestreckten Arme an, auf denen das niedliche Tierchen dahin stelzt. Dies Wesen bringe ich dem Leser aber auch deshalb vor Augen, weil er an ihm schon äußerlich sehen kann, daß die Nesseltiere in gewisser Hinsicht, nämlich durch

Fig. 33.

Kriechqualle (Clavatella prolifera) nach Os. Schmidt. a Saugfuß, b Nesselbatterie, c Augen, d Rüssel.

ihren strahligen Bau, ganz mit den Stachelhäutern — man denke nur an einen Seestern — übereinstimmen, und geht diese Parallele speziell mit Rücksicht auf unsere Quallenform insofern noch weiter, als sich die Stachelhäuter, wie wir hören werden, ja auch, und zwar ganz allgemein mittelst Saugfüßchen bewegen. —

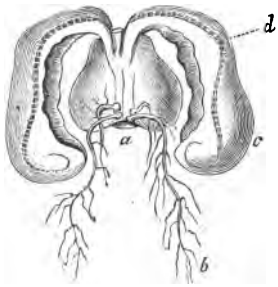
Zeigt uns schon die Kriechqualle, daß die Natur bei der Herstellung der Ortsveränderungs-Werkzeuge nicht einmal innerhalb einer und derselben Tierklasse an ein bestimmtes Schema gebunden ist, sondern je nach den besondern Lebensumständen die verschiedenartigsten Anpassungen zuläßt, so müssen wir angesichts der Kammquallen, zu denen uns unsere Betrachtungen zunächst führen, geradezu sagen, daß sie es liebt, uns durch die Reichhaltigkeit ihrer Erfindungen verblüfft zu machen.

Im Gegensatz zu den früher besprochenen Quallen haben diese fast ausschließlich nur den südlichen Meeren angehörenden Tiere nicht die Gestalt einer Glocke, sondern gefallen sich vielmehr in der Nachahmung verschiedener Früchte, wie z. B. der Melone, des Apfels u. s. f., mit denen sie auch die zum Teil höchst brillante Färbung teilen. Den Schirmquallen gleichen sie aber durch die außerordentliche Weichheit und Kontraktionsfähigkeit ihres Körpers und giebt es auch einzelne Formen, wie z. B. den sog. Venusgürtel, die sich vorwiegend durch wurmartige Windungen des

Fig. 34.

Rippenqualle oder Ctenophore (Cydippe) etwas schematisiert. a Senkfaden, der in eine Tasche zurückgezogen werden kann.

Fig. 35.



Rippenqualle mit flügelartigen Anhänger (Leucothea formosa Mest.) von den Azoren. Verkl. a Mund, b Senkfäden, c Flügel, d Ruderplättchen-Reihe

bandartigen Leibes fortbewegen. Alle ohne Ausnahme besitzen aber nebstdem noch besondere Bewegungswerkzeuge und zwar, von höchst eigentümlicher Art. Man könnte sagen, unsere Tiere seien mit Rücksicht auf diese reihenweise bewimperte Infusorien im Großen; die Sache ist aber doch etwas anders, insofern mehrere in einer Querreihe befindliche Wimpern zu einem kammartigen Ruderplättchen vereinigt sind. Wie uns beistehende Figur 34 einigermaßen erkennen läßt, stehen diese Plättchen nicht unähnlich den Schaufeln eines Wasserrades auf vom Mund bis zum Gegenpol laufenden rippenartigen Vorsprüngen des Körpers und werden daher unsere Tiere vielfach auch Rippenquallen genannt. Diese Anordnung der Wimperkämme macht es

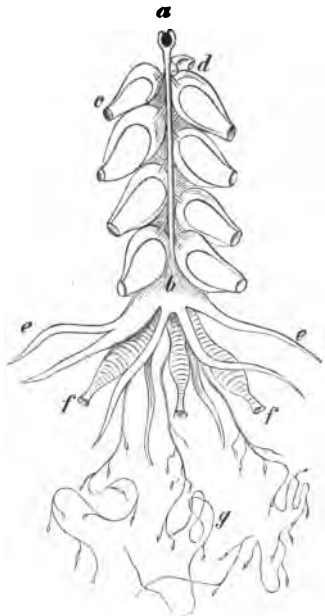
uns vor allem begreiflich, wie so denn diese zierlichen Geschöpfe die raschen kreiselartigen Drehungen, die wir an ihnen mit Recht bewundern, ausführen und ferner, warum sie sich ebensogut mit dem einen wie mit dem anderen Körperpole voranbewegen können. Für die Vorwärtsbewegung sind aber offenbar vor allem die äquatorial gelegenen Plättchen die wirksamsten, und in der That verlieren sich die Kämme auch häufig gegen die Pole hin gänzlich. Das Allerinteressanteste an unseren von Rudern umspannten lebenden Kreiseln ist aber dies, daß manche außer den zahlreichen kleinen Ruderchen auch noch ein paar große Schaufeln haben. Eine solche Form bietet uns Fig. 35. Dieselbe ist gewissermaßen in drei Teile gespalten, nämlich in einen Mittelteil, dem eigentlichen Mund, Magen 2c. enthaltenden Hauptkörper, und in zwei mächtige innen ausgehöhlte Seitenlappen, die wie Flügel auf- und niederschlagen. Man begreift leicht, daß durch letztere eine sehr rasche Vorwärtsbewegung zustande kommen kann, und in der That giebt es solche geflügelte Rippenquallen, die sich mit einem einzigen Schlage einen Fuß weit fortschleudern. Der gewiß höchst merkwürdige Umstand, daß diese nach den einzelnen Gattungen sehr verschieden gestellten und gebauten Großruder auch noch mit Reihen der gewöhnlichen Kleinruder (d) versehen sind, liefert uns zugleich den besten Beweis, daß letztere vorwiegend nur zur Ausführung der feineren Bewegungen bestimmt sind.[15])

* * *

Wir haben schon manche höchst sonderbar konstruierte Tiermaschinen kennen gelernt und werden auch späterhin noch mit solchen bekannt werden, aber bizarrere und abenteuerlichere Wesen wie die sogen. Röhrenquallen (Siphonophoren) könnte sich wohl auch der erfindungsreichste Kopf nicht aussinnen. Ein Blick auf nachstehende Abbildung eines im Mittelmeer sehr häufigen Repräsentanten dieser Abteilung, den man sich aber wenigstens um das Zehnfache größer und in einem bunten Farbenkleide vorstellen muß, wird, glaub' ich, jeden von de

Richtigkeit des Gesagten überzeugen. Schon der oberste, bisweilen etwas über den Wasserspiegel emporragende Teil (a) ist höchst eigentümlich. Es ist dies nicht etwa, wie vielleicht mancher von vornherein glauben möchte, eine Art Kopf — so etwas kommt ja bei den Hohltieren so wenig wie bei den Protozoen und Stachelhäutern vor — sondern ein muskulöser, nach außen geöffneter Sack, der sich mit Luft füllen kann, und der wie ein Ballon das ganze daran befindliche Gehänge in der Schwebe erhält. Noch merkwürdiger ist aber dieser oberste Teil bei einigen anderen Gattungen, z. B. den Segelquallen, wo er ein aus einem ausgehöhlten steifen Knorpel bestehendes Floß bildet, auf dem faktisch, wie der Name andeutet, eine vertikale Platte sich erhebt, die als Windfänger dient. Doch haben wir füglich schon an unserem Mustertier genug zu sehen. Das Eigentümlichste ist wohl, daß außer einem dünnen Rohr (a b), wovon die Tiere auch den Namen haben, gar kein eigentlicher Rumpf oder Leib vorhanden ist, sondern daß das Ganze nur ein Komplex lose verbundener Anhänge oder äußerer Werkzeuge ist. Und welch' sonderbare Zusammenstellung! Es ist gerade so als habe die Natur die verschiedenen einfachen Hauptformen der Nesseltiere, die sie hervorgebracht, hier zu einem burlesken

Fig. 36.



Röhrenqualle oder Siphonophore (Physophora Philippi) aus dem Mittelmeer. a Lufterfüllte Blase, a b röhrenförm. Stamm, c Schwimmglocken, d Schwimmglocken-Anlagen, e Tentabeln, f Saugröhren (nach einer andern Art gezeichnet), g Fangfäden. Verkleinert.

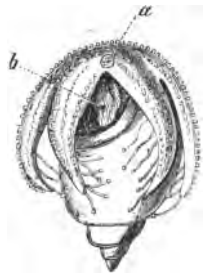
Compositum mixtum zusammenketten wollen. Da sehen wir zunächst oben längs der die Nährflüssigkeit verteilenden Röhre und durch kleinere hohle Stiele mit ihr verknüpft, zwei Reihen glockenartiger Anhänge, die nichts anderes als Schirmquallen sind, welche aber hier, da sie einzig und allein nur für die Bewegung der sonderbaren Kolonie zu sorgen haben, des Mundes und desgleichen der für die Nahrungsaufnahme nötigen Tentakeln entbehren. Unten dagegen strecken sich von einem Kranz starker Fangarme bedeckt mehrere den polypenartigen Nährtieren gewisser Meduſenstöcke zum Verwechseln ähnliche und in der That auch als solche fungierende Gebilde (f) hervor, und wenn ich dem Leser noch verrate, daß solcher beweglicher Mäuler bei manchen Röhrenquallen Hunderte sind, wird er zugeben, daß wir es faktisch nicht mit gewöhnlichen Tieren zu thun haben. Das schönste an diesen lebenden Guirlanden sind aber unstreitig die oft vielverzweigten Senk- oder Fangfäden (g). In der Ruhe sind sie eingerollt und nur ein paar Zoll lang, werden aber, und zwar zum Teil wieder durch Wasserinjektion auf das hundertfache der Länge ausgestreckt, wenn das Tier seine Umgebung abfischen will. Man spricht sogar von derartigen Angelschnüren, die auf zehn Meter Länge ausgeworfen werden, und solche können wahrhaftig einen weiten Umkreis beherrschen. Wie kaum zu sagen nötig sind auch sie mit Nesselorganen versehen, und es ist nicht die geringste Merkwürdigkeit, daß dieselben mitunter durch besondere Schleudermaschinen zum Verderben unzähliger kleiner und großer unsere Guirlanden umspielender Tiere in kolossalen Massen umhergestreut werden.[16])

III. Kapitel.

Stachelhäuter (Echinodermata).

Eine nicht seltene Frage, wenn ich meinen Schülern einen getrockneten Seestern demonstriere, ist die, warum man denn die bekannten strahligen Verlängerungen der Scheibe als „Arme" bezeichnet, da sie doch im Gegensatz zu den gleichnamigen Hauptwerkzeugen unseres eigenen Körpers vollkommen starr und unbeweglich erscheinen. Und in der That macht ein getrockneter, ja unter Umständen selbst ein noch lebender Seestern einen so hölzernen Eindruck, und hat überhaupt ein so fremdartiges Gepräge, daß man sich gar nicht darüber verwundern darf, wenn viele Leute die Ansicht äußern, daß ein solches Geschöpf von Rechts wegen nicht einmal den Namen Tier verdiene. Ganz anders gestaltet sich indessen unsere Vorstellung vom Wesen des Seesterns, wenn wir Gelegenheit haben, einen solchen in seinem natürlichen Element und in seiner natürlichen Umgebung mit Muße zu beobachten. Im Kieler Hafen, dessen Uferpfähle stellenweise von den Individuen einer hübschen roten Art (Asteracanthion rubens) ganz bedeckt sind, traf ich einzelne derselben nicht selten in der aus beistehender Fig. 37 ersichtlichen Situation, von der wir bei Betrachtung der Werkzeuge unserer Tiere ausgehen wollen. Was uns an diesem Seestern am meisten auffällt, ist, daß seine Arme nicht, wie man dies gewöhnlich sieht, gerade ausgestreckt, sondern derart nach unten gekrümmt sind, daß sie die Schnecke, auf der sich das Tier niedergelassen hat, von allen Seiten umspannen. Die in Rede stehenden Fortsätze der See-

Fig. 37.

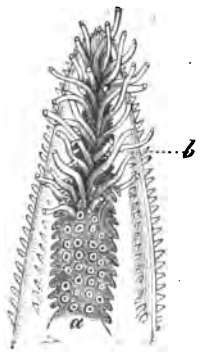


Roter Seestern mit dem vorgestülpten Magensack (b) eine Strandschnecke aussaugend.

sternscheibe sind somit wahre aktive Werkzeuge und verdienen den Namen „Arme“ ebensogut, wie gewisse Greifinstrumente anderer Tiere, z. B. die bekannten vom Kopf der Tintenfische entspringenden Fortsätze. Die Stellung, in der sich unser Tier befindet, zeigt uns zugleich auch, inwiefern eine größere Zahl von Armen, als wir sie besitzen, von Vorteil sein kann; die Sache ist genau dieselbe wie mit unserer Hand, deren fünf Finger namentlich einen runden Gegenstand besser umfassen können, als wenn deren nur etwa zwei wären. Wenn wir früher die Arme der Seesterne mit denen der Tintenfische verglichen, so ist dies auch noch in anderer Beziehung zutreffend. Wer überhaupt einen Tintenfisch gesehen, der weiß auch, daß seine Arme an der Seite, die dem Mund zugekehrt ist, zahlreiche und bei gewissen Formen mit beweglichen Stielen versehene Saugnäpfe tragen, und es ist ihm auch ferner bekannt, daß diese Anhänge oder Nebenorgane für das Festhalten einer Beute weit wichtiger wie die Hauptorgane als solche sind, trotzdem die mechanische Kraft der letzteren eine sehr bedeutende ist. Ähnliche Nebenorgane besitzen nun auch — gewissermaßen als Ersatz für die fehlenden Nesseln der Hohltiere — die Seesterne und die Stachelhäuter überhaupt, und es zählen diese, wie sich der Leser überzeugen wird, unstreitig zu den eigentümlichsten und interessantesten mechanischen Werkzeugen, die bei den Tieren überhaupt vorkommen. Einen ungefähren Begriff davon giebt schon die obige Figur. Man sieht hier von der Unterseite der Arme dünne weiße Fädchen ausgehen, die sich mit einer kleinen Verbreiterung an das Schneckenhaus anlegen, und wenn man es versucht den Seestern von seiner Beute loszureißen, so macht man die Erfahrung, daß diese Fädchen vermöge ihrer Saugkraft viel stärker haften, als man dies mit Rücksicht auf ihre außerordentliche Zartheit je für möglich gehalten hätte. Um aber von diesen Werkzeugen eine richtige Vorstellung zu gewinnen, müssen wir uns einen Seestern in einer anderen Position, wie es die bisher betrachtete ist, nämlich von unten ansehen. Wie Fig. 38 einiger

maßen veranschaulichen soll, ist der Arm an seiner Unterseite von einer zum Teil auch an getrockneten Exemplaren sichtbaren Furche durchzogen, die beiderseits von einer Reihe mitunter sehr scharfer und langer Stacheln eingefaßt wird. Vom Grunde dieser Furche entspringen nun eben die in Rede stehenden Werkzeuge, die, ähnlich den oben erwähnten Saugnäpfen der Tintenfischarme, in zwei oder auch in vier Längsreihen angeordnet sind und wegen dieser an eine einfache oder doppelte Allee erinnernden Anordnungsweise auch den weit hergeholten Namen Ambulacra erhalten haben. Wenn das Tier von diesen seinen Werkzeugen keinen Gebrauch macht, so sind sie ganz eingezogen und erscheinen, wie dies an der unteren Partie unserer Figur dargestellt ist, als kleine Wärzchen, die von den früher erwähnten Zähnen des Furchenrandes ganz bedeckt werden. Der Leser ist wohl schon selbst darauf gekommen, daß die besprochene Furche mit ihrer stacheligen Einfassung, welche letztere wenigstens für gröbere Gegenstände ein Eindringen in die Tiefe unmöglich macht, zum Schutze unserer Werkzeuge dient, den sie bei ihrer ausnehmenden Zartheit und großen Empfindlichkeit auch sehr von nöten haben. Ein stets von neuem überraschendes Schauspiel ist es nun aber, wenn diese Wärzchen sich strecken und aus der Schutzrinne, die sich früher auf eine später zu erörternde Art etwas erweitert, hervorkommen. Es ist — unsere bildliche Darstellung giebt nur eine schwache Andeutung — gerade so, als ob aus dem Innern des Armes hunderte und hunderte kleiner beweglicher Würmchen herauskröchen und bestrebt wären, sich von der Unterlage mit aller Gewalt loszumachen. Die zarten, durchsichtigen Röhrchen — denn daß es solche sind, erkennt man bald — biegen sich hin, biegen sich her, und dehnen sich zum Teil

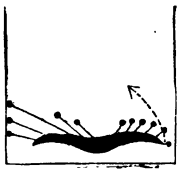
Fig. 38.



Arm desselben Seesternes. a eingezogene, b ausgestreckte Saug- (Ambulacral-) Füßchen. (Orig.)

so weit aus, daß man faktisch meinen sollte, sie wüchsen von innen her beständig nach. Was nun aber dieses, ich möchte beinah sagen, krampfhafte Sichkrümmen und -Dehnen unserer kleinen Werkzeuge zu bedeuten hat, das sehen wir am besten, wenn wir das Tier, wie dies das Schema in Fig. 39 versinnlicht, in der in Rede stehenden Rückenlage auf den Boden eines durchsichtigen Gefäßes geben und sein Gebahren nun sorgfältig beobachten. Wir bemerken, daß sich zunächst die bewußten Anhänge an der Spitze jenes Armes, der der seitlichen Gefäßwand am nächsten ist, soweit ausdehnen bis sie letztere ganz erreichen, worauf sie

Fig. 39.



Seestern auf dem Rücken liegend.

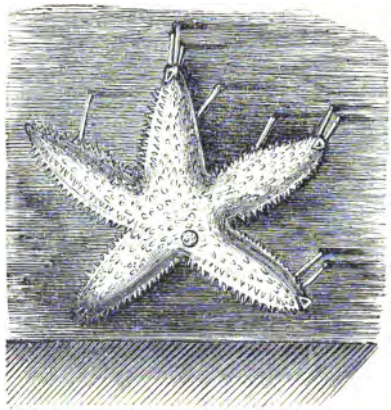
Fig. 40.

Seestern mit Hülfe der Saugfüßchen sich an der Wand aufrichtend.

sich dort festmachen. Ist dies geschehen, so dehnen sich aber auch die der Mittelscheibe näheren Röhrchen aber noch stärker, nämlich so lange, bis sie gleichfalls die Wand erreichen. Und jetzt bietet sich dem mit diesen Vorgängen noch Unbekannten ein in der That höchst merkwürdiger Anblick dar. Der Seestern macht nämlich, wenn ich mich so ausdrücken darf, einen Purzelbaum und zwar (vgl. Fig. 40) einfach in der Weise, daß er die zarten Seile, die er früher ausgeworfen und befestigt hatte, zusammenzieht, wodurch der Körper offenbar um die als Stützpunkt dienende Armspitze herumgedreht wird. Doch, daß wir zur Hauptsache kommen: Die vielgenannten Anhänge dienen nicht bloß zur Anheftung und allenfalls zur Drehung des relativ schweren Seesternleibes, sie vermögen denselben auch vorwärts

zu bewegen und werden deshalb auch in der Regel als Füßchen bezeichnet. Die Art dieser Vorwärtsbewegung ist aber nach dem früheren leicht zu begreifen. Der Seestern streckt seine Füßchen einfach nach jener Richtung, wohin er sich bewegen will und heftet sie an. Zieht er sie dann wieder zusammen, so muß der in der Regel durch gewisse Stachelfortsätze gestützte Körper offenbar um eine entsprechend große Strecke weiter geschleppt werden. Selbstverständlich ist, daß hierbei die Füßchen der einzelnen Arme in bezug auf letztere nicht alle dieselbe Stellung haben, denn bei dem Arme, der gerade vorausgeht, fallen sie in die Richtung des letzteren, während sie an den seitwärtsstehenden Armen sich quer zu diesen stellen. Übrigens darf man sich auch nicht vorstellen, daß immer alle Füßchen in Thätigkeit wären; das Interessante an dieser Einrichtung ist eben dies, daß der Seestern je nach der Zahl der zu seinem Transport beorderten Schlepporgane die Geschwindigkeit der Bewegung leicht regulieren kann. Ebenso begreift der Leser ohne weiteres, daß es dem Seestern in jedem Augenblicke möglich ist, seinen Kurs, ohne sich erst umdrehen zu müssen, beliebig zu verändern, denn er braucht nur der Schleppertruppe jenes Armes, der bisher voran ging, Halt zu gebieten und die eines anderen marschieren zu lassen, beziehungsweise allen ein „kehrt euch" oder „Ziehung rechts, links!" zu kommandieren.

Fig. 41.

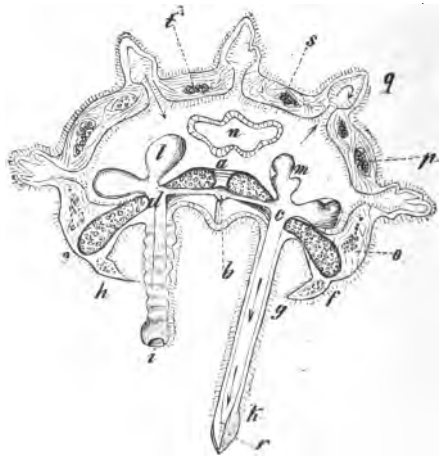


Roter Seestern mit Hülfe einiger weniger Saugfüßchen an einer vertikalen Wand aufgehängt. (Orig.)

Es gewährt aber nicht nur ein großes Interesse, die Thätig-

keit und Wirkung der besprochenen Bewegungswerkzeuge der Seesterne zu beobachten, sondern es ist auch der ganze Mechanismus, auf dem die beschriebenen Aktionen beruhen, so überaus originell, daß er wohl einer näheren Betrachtung würdig ist. Um gleich das Wesentliche kurz zu bezeichnen, so haben wir es hier mit zweierlei ganz eigentümlichen Einrichtungen zu thun, nämlich erstens mit einem Skelett- und Muskelsystem, das in

Fig. 42.



Querschnitt eines Armes eines jungen roten Seesternes. ae, af verkalkte Armwirbel, a Muskel zum Erweitern der Armfurche, o, p, s, t Kalkskelett-Inseln in der Haut, fg, eh Schutzstacheln der Armfurche, q Kiemenbläschen, n Darm (schematisch), b radiales Wassergefäß, bc, bd Seitengefäße, l, m blasenförmige Anhänge (Ampullen), di Füßchen im zusammengezogenen, ck im ausgestreckten und durch das Wasser geschwellten Zustand. (Orig.)

vieler Beziehung dem der Wirbeltiere gleicht und durch welches die Arme als Ganzes bewegt werden, und dann mit einer Art Wasserleitung oder Schwellwerk, durch welche die kleineren Bewegungswerkzeuge, nämlich die Füßchen gestreckt werden. Über beiderlei Mechanismen orientiert sich der Leser am raschesten an einem quer durch einen Arm geführten Schnitt, wie wir einen solchen in Fig. 42 vorführen. Was einem zunächst auffällt, ist wohl dies, daß der Arm, und dasselbe gilt vom Seestern- und

Stachelhäuterkörper überhaupt im Innern eine weite Höhlung hat. Wie man sich ferner am lebenden Tier durch Aufschneiden der relativ weichen Rückenhaut überzeugen kann, enthält diese Höhlung ähnlich wie bei den Cölenteraten eine größtenteils aus Seewasser bestehende Flüssigkeit, außerdem aber noch — und darin liegt einer der Hauptunterschiede gegenüber den Hohltieren — ein besonderes Verdauungsorgan oder einen Darm (n), den man sich aber speziell bei den Seesternen nicht als ein langes gewundenes Rohr, sondern als einen weiten faltigen Sack mit in die Arme hineinreichenden Ausstülpungen zu denken hat. Doch dies nur nebenbei; denn wir haben es bloß mit der Wandung der Arme und gewissen damit zusammenhängenden Teilen zu thun. Diese Wandung besteht ganz so wie bei den Hohltieren aus drei Hauptschichten: aus einer dünnen äußeren und inneren Zelllage und aus einer dicken, teils aus Bindegewebe, teils aus Muskeln zusammengesetzten Mittelschichte. Erstere stimmen abermals dadurch mit den betreffenden Lagen der Cölenteraten überein, daß die Zellen, wie auch in der Figur angedeutet, mit Flimmerhaaren versehen sind und sei speziell hinsichtlich des äußeren Flimmerkleides ein für allemal hinzugefügt, daß dasselbe, auch wenn der übrige Körper völlig ruhig ist, einen beständigen Wasserstrom erzeugt, der dem Munde unausgesetzt kleine Nahrungsobjekte zutreibt. Uns interessiert aber vor allem die Mittelschichte, da sich in ihr die mechanisch wichtigsten Gebilde, nämlich die Skelettteile und Muskeln befinden. Erstere stellen von zahlreichen Löchern durchbrochene, also schwammartige Kalkplatten dar, die bei durchfallendem Lichte dunkel erscheinen und auf unserem Querschnitt auch so gezeichnet sind. Diese Kalkablagerungen sind aber im Umfange des Armes sehr ungleich entwickelt. Oben in der Rückenhaut liegen nur einzelne zerstreute Skelettinseln (p, s, t), während die über der bekannten Armfurche (e a f) gelegene Wand fast ganz verkalkt und daher auch im Vergleich zur nachgiebig bleibenden Rückenhaut nahezu ganz starr ist. Im übrigen wolle man bezüglich dieses Arm-

furchen- oder Ambulacralskelettes vorläufig noch beachten, daß es längs der Mitte (bei a) in zwei dachflügelartig gegeneinander geneigte Seitenteile (a e und a f) gesondert ist. Ehe wir aber die weitere, höchst merkwürdige Gliederung des Armfurchenskelettes verfolgen, wollen wir früher das oben kurz erwähnte Wassergefäßsystem ins Auge fassen. Daß Wasser dazu verwendet wird, nachgiebige hohle Körperanhänge zu schwellen, ist uns nichts neues mehr, denn bei den Nesseltieren werden ja die Fangarme und Fangfäden auf dieselbe Art entfaltet und in Bewegung gesetzt. Das Interessante bei den Seesternen und bei den übrigen Stachelhäutern ist aber dies, daß nicht wie bei den Hohltieren der Gesamtleib als Spritzflasche oder Injektionsapparat dient, was ja bei der Starrheit des Körpers — man denke an einen Seeigel — gar nicht möglich wäre, sondern daß zu diesem Zwecke ein separates Wasserwerk angelegt ist, dessen Konstruktion weit mehr Bewunderung verdient, als irgend eine noch so sinnreich entworfene künstliche Schwellvorrichtung. Die Hauptteile dieses merkwürdigen Systems sind kurz folgende. Zunächst läuft um den Mund ein zentraler Ringkanal. Dieser wird gefüllt mittelst eines überaus kunstreich eingerichteten Zufuhrkanales, der etwas seitwärts oben am Rücken der Mittelscheibe (vgl. die frühere Fig. 37, S. 55) mit einer siebartig durchbohrten (Madreporen-) Platte (a) beginnt, die als Filter anzusehen. Vom erwähnten zentralen Kanalring geht dann in die einzelnen Arme je ein Radiärgefäß ab, das die Bestimmung hat, das Wasser in nächste Nähe der Saugfüßchen zu bringen. Das Eintreiben des Wassers in die Radiärkanäle geschieht aber mittelst mehrerer, Druckpumpen zu vergleichenden Blasen, die im Umfang des Ringgefäßes eingeschaltet sind und vermöge ihrer von einem Muskelnetz umspannten Wandung sich stark zusammenziehen können. Das Weitere kann der Leser an unserer Figur sehen. Er bemerkt da zunächst dicht unterhalb der Firste, welche die beiden Dachflügel der Armfurche bilden, den Durchschnitt durch den Hauptkanal (b). Von diesem geht dann, wie weiter zu er-

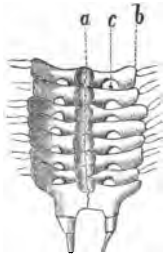
kennen, beiderseits ein Seitenkanal, b c und b d, bis zum Grunde der Saugfüßchen. Außerdem bemerkt man aber auch noch an der Umbiegungsstelle des Seitenkanals in das Füßchen ein paar mit Muskelfäden übersponnener Erweiterungen (l, m) oder Blasen (Ampullen), deren Bedeutung nach dem früheren leicht zu erraten ist. Sie bilden nämlich das Separatpumpwerk für die einzelnen Füßchen, das ja deshalb nötig ist, weil, wie wir oben gesagt haben, nicht immer alle Füßchen des ganzen Tieres oder auch nur eines Armes gleichzeitig ausgestreckt werden. Denken wir uns, daß sich die Blasen rechts (bei m) zusammenziehen, so wird ihr Wasser natürlich in das betreffende Füßchen (k) hineingepreßt und dadurch, wie es auch die Figur andeutet, in die Länge gestreckt. Um den Rückfluß des Schwellwassers in den Seitenkanal zu versperren, sind besondere aber noch immer nicht genau entzifferte Ventile angebracht.

Was dann weiter die Bildung der Saug- oder Haftvorrichtung an den Füßchen betrifft, die wir übrigens, sowie den feineren Bau dieser Organe überhaupt noch bei einer späteren Gelegenheit genauer betrachten wollen, so ist das Wichtigste auch in unserer Figur zu sehen. Denken wir uns nämlich, daß sich das gestreckte Füßchen fest an einen Gegenstand anstemmt und daß dann die im knopfartig verdickten Ende desselben befindlichen Längsmuskeln (r) sich zusammenziehen, so entsteht offenbar, wie dies am Füßchen links (i) zu sehen, an der Spitze des Knopfes eine napfartige Vertiefung, die eben als Saugraum wirkt.[17])

Wir haben uns jetzt noch das Skelett der Armfurche in seinem Zusammenhange anzusehen. Um es ganz rein zur Ansicht zu bringen, empfehlen wir dem Leser, der sich ein Stück Seestern verschaffen kann, dasselbe in Kalilauge solange zu kochen, bis die anhaftenden Weichteile abzufallen beginnen. Für die geringe Mühe, die eine solche Präparation macht, besitzt er dann ein Objekt, das ohne Übertreibung eins der schönsten mechanischen Kunstwerke genannt zu werden verdient. Die ganze Bildung läßt sich wegen ihrer Zusammensetzung aus zahlreichen hinter-

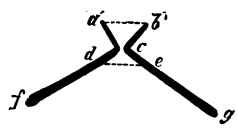
einander liegenden gleichen Stücken (Fig. 43) am besten mit einer Wirbelsäule vergleichen, nur sind, wenigstens bei den Seesternen, die Einzelteile, die man in der That als Arm- oder Ambulacralwirbel bezeichnet, nicht von einem Kanal durchbohrt, denn das Wassergefäß geht, wie wir oben gehört, hart unter dieser gegliederten Brücke hindurch. Die Armwirbel der Seesterne sind aber in gewisser Hinsicht kunstvoller als unsere eigenen, denn sie bestehen aus zwei Stücken, die sich gegen-, resp. voneinander bewegen lassen. Betrachten wir, um diesen Mechanismus

Fig. 43.



Stück des Armfurchenskelettes eines Seesternes (Astropecten) von oben. a mittlere Vertiefung, c Löchelchen zum Durchtritt der Füßchen, b Verbindungsbalken mit den seitlichen (adambulacralen) Skelettplatten.

Fig. 44.

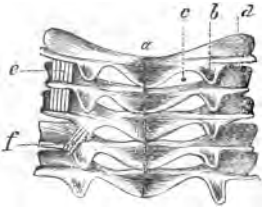


Schema ein. Seestern-Armwirbels. c Drehpunkt der beiden Wirbelhälften, a b Muskel zum Erweitern, d e zum Verengern der Furche. (Original.)

genau zu verstehen, die Wirbelsäule zunächst von oben (Fig. 43). Wie man sieht, besteht jeder Wirbel in der That aus je zwei separaten Stücken, die wie die Schenkel eines stumpfen Winkels gegeneinander gestellt sind. Besonders beachte man aber zunächst die schmale furchenartige Vertiefung, die längs der Firste der beiderseits dachartig abfallenden Wirbelreihe dahin läuft, und die dadurch zu stande kommt, daß jeder Zwillingswirbel in der Mitte oben einen tiefen Eindruck hat. Auf diesem Einschnitt beruht nun zunächst die Möglichkeit, daß die beiden Schenkel des Wirbels voneinander entfernt oder weiter geöffnet werden können. Die Sache wird mit Hilfe des Schemas Figur 44 klar. Die beiden Wirbelschenkel a c f und b c

bilden zwei Winkelhebel, die sich um den gemeinsamen Punkt c drehen. Nun ist leicht zu begreifen, daß, wenn sich zwischen den zwei kürzeren Hebelarmen c a und c b ein Muskel (a b) zusammenzöge, die längeren unteren Hebel, d. h. die Wirbelschenkel auseinander weichen müßten. Solche obere Quermuskeln sind aber in der That vorhanden und zwar wird die ganze erwähnte Rinne von ihnen ausgefüllt. Das gebrauchte Schema erklärt uns zugleich auch die entgegengesetzte Bewegung, also die Verengerung der Armfurche vermittelst des unter dem Drehpunkte ausgespannten Quermuskels (d e). — Doch kommen wir endlich zur Hauptsache, nämlich zur Frage, wie denn die Wirbelreihe des Armes als Ganzes gekrümmt wird. Jene, die die analoge Einrichtung an unserer Wirbelsäule kennen, werden den betreffenden Mechanismus sehr leicht verstehen, denn das Prinzip ist im wesentlichen das Nämliche. Die Krümmung geschieht durch zwischen den aufeinanderfolgenden Wirbeln ausgespannte Längsmuskeln und zwar, wie von selbst klar, die Aufwärtskrümmung durch solche, die an der Oberseite und die Abwärtskrümmung durch solche, die an der Unterseite der Wirbel liegen. Eine Vergleichung der Fig. 45, welche uns ein Stück der Wirbelreihe von unten zeigt, mit Fig. 43, die die Ansicht von oben giebt, lehrt uns, daß die Beschaffenheit der Querbalken oben und unten eine sehr verschiedene ist. Oben sind nämlich diese Querriegel ziemlich glatt, während sie unten an den Enden (bei d) schaufelartig ausgehöhlt sind und außerdem noch einen zipfelartigen, gleichfalls ausgekehlten Fortsatz tragen. Diese Verschiedenheit steht damit in Zusammenhang, daß die Arme des Seesterns, wie man sich leicht überzeugen kann, sich nach unten viel stärker als

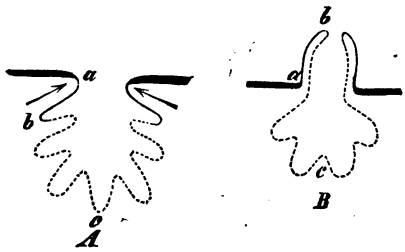
Fig. 45.



Seestern-Armwirbel von unten. a Furche. b Längsfortsätze der Wirbelschenkel. e u. f Längsmuskeln zum Nachuntenkrümmen der Wirbelkette. (Original.)

nach oben krümmen lassen. Abgesehen davon nämlich, daß die erwähnten öhrartigen Fortsätze bei der Aufwärtskrümmung als Sperrhaken dienen, bieten sie im Verein mit den an der Basis und am Ende ausgehöhlten Wirbelbalken den Muskeln (e f) mehr Stützpunkte, als wenn sie, wie an der Oberseite, völlig glatt wären. Wie man schließlich noch beachten wolle, sind die zum Teil den Querfortsätzen der Vertebratenwirbel vergleichbaren Balken in der Mitte (Fig. 43 und 45 c) derart verengt oder ausgeschweift, daß zwischen den aufeinanderfolgenden Wirbeln

Fig. 45*.



Schema zur Erläuterung der Ausstülpung des Seesternbarmes.

beiderseits eine kleine ösenartige Öffnung bleibt. Diese Löchelchen sind aber sehr wichtig, denn durch sie treten die vielbesprochenen Füßchen nach außen in die Armfurche.

Im Vergleich zu den Bewegungsvorrichtungen der Seesterne können wir ihre Mundwerkzeuge kurz abthun. Streng genommen haben sie nämlich Teile, die diesen Namen verdienen, überhaupt nicht, sondern die eigentliche Aufnahme der Nahrung geschieht vielmehr und in ganz ähnlicher Weise wie bei vielen Nesseltieren dadurch, daß sie in der aus Fig. 45* ersichtlichen Weise ihren Schlund, resp. den Magen- oder Darmsack durch die stark erweiterungsfähige Mundöffnung heraus und über ihre Beute stülpen. Letztere wird dann entweder gleich an Ort und Stelle, d. i. außerhalb des Körpers vermöge der auflösenden Wirkung der Magensäfte verdaut oder mit in das Innere hinein

gezogen. Merkwürdigerweise haben es auch die Seesterne, ähnlich wie die Blumentiere, besonders auf hartschalige Geschöpfe, wie auf Conchylien, Kruster u. s. w. abgesehen, von denen man beim Aufschneiden eines solchen Tieres oft ein ganzes Depot antrifft. Wie uns die dieses Kapitel einleitende Fig. 37 erkennen läßt, wissen die Seesterne mittelst ihres ausstülpbaren Magens sogar Schnecken beizukommen, die sich vor dem heimtückischen Räuber tief in ihr Haus verkrochen haben, und nicht minder praktisch erweist sich dieser improvisierte Rüssel, wenn er zwischen die enggeschlossenen Schalen einer Muschel eindringt.

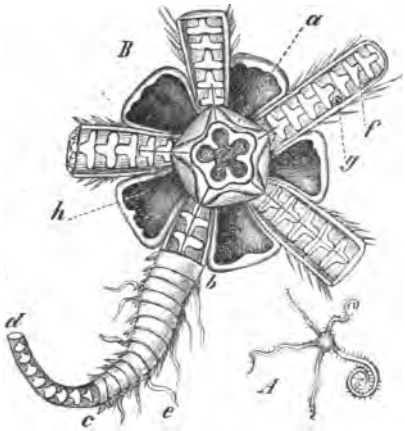
* * *

Wir sahen im früheren Abschnitt, daß die Arme der Seesterne in der That weit mehr Beweglichkeit haben, als ihnen bei der Betrachtung des toten Tieres in der Regel zugemutet wird. Indes darf man sich diese Agilität der Seesternarme auch nicht allzugroß vorstellen. Abgesehen nämlich davon, daß bei vielen dieser Tiere von eigentlichen Armen kaum die Rede sein kann, indem der Leib der Hauptsache nach nur aus einer an den Ecken schwach ausgezogenen Scheibe besteht, ist auch die Beweglichkeit der typischen, ich meine der längeren Arme, wie wir sie beispielsweise bei Asteracanthion sehen, eine ungemein beschränkte. Man bedenke in dieser Hinsicht fürs erste nur, daß die Arme immer nur Verlängerungen der Scheibe und nicht selbständige Anhänge sind, und halte sich dann fürs zweite gegenwärtig, daß das bekannte Skelett der Armfurche mit seinen breit ausgezogenen Wirbeln zwar eine Krümmung nach oben und unten, aber durchaus keine irgendwie nennenswerte seitliche Biegung zuläßt.

Die Natur, welche wir, wenn ich mich so ausdrücken darf, noch fort und fort an der Verbesserung ihrer Schöpfungen arbeiten sehen, hat aber seesternartige Tiere hervorgebracht, die von den eben genannten zwei die Armbeweglichkeit beeinträchtigenden Fehlern völlig frei sind. Man nennt die betreffenden Geschöpfe **Schlangensterne** (Ophiuridae) und zwar mit Recht,

denn ihre langen schlanken Arme haben nicht nur das äußere Ansehen und zum Teil auch den inneren Mechanismus, sondern auch die bekannte große Beweglichkeit des Schlangenleibes. Ich will gleich hinzusetzen, daß diese merkwürdigen Stachelhäuter von diesen ihren wundervollen Werkzeugen auch den ausgedehntesten Gebrauch machen, indem sie damit rudern, klettern, sich aufhängen und überhaupt so vielerlei und so rasche Bewegungen ausführen, daß sie O. Schmidt ohne Übertreibung als die Affen unter den Stachelhäutern bezeichnen durfte. Sehen wir nun, worin diese freie Beweglichkeit der Schlangensternarme ihren Grund hat. An beistehender Fig. 46, in der ich die Scheibe und zum Teil auch die Arme im horizontalen Durchschnitt gezeichnet habe, erkennt der Leser vor allem, daß letztere nicht wie beim Seestern bloße Verlängerungen der ersteren, sondern in ihr eingepflanzte, also völlig selbständige Anhänge darstellen. Die Folge davon und der Anwesenheit von Muskeln, die sich von der Scheibe zur Wurzel der Arme erstrecken, ist die, daß sie, wie an einem Stiel befestigte Peitschen, vom Grunde aus bewegt werden können. Noch wichtiger ist aber die eigentümliche, von jener der Seesterne sehr wesentlich abweichende Konstruktion der Arme. Der Arm eines Seesterns kann als ein biegsames Rohr bezeichnet werden,

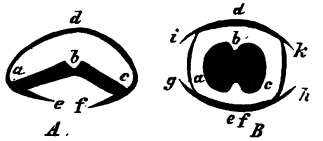
Fig. 46.



Schlangenstern (Ophiolepis). A junges Tier mit zum Teil wickelschwanzartig eingerollten Armen. B größeres Tier im horizontalen Durchschnitt. b c aus Schuppen bestehende Wand des Armes, c d innere freie Wirbelsäule samt den Muskeln, f Wirbel im Längsdurchschnitt, g Längsmuskeln, a Kreis-Mundmuskeln, b Leibestaschen mit den Vermehrungsprodukten gefüllt. (Orig.)

in dessen unterer furchenartig ausgekehlter Wand eine Art Wirbelsäule eingefügt ist, welche einer seitlichen Biegung widersteht. Dem gegenüber ist der Schlangensternarm ein Rohr, dessen aus Schuppenringen bestehende Wandung ringsum gleich biegsam ist, da die wirbelsäuleartige Stütze nicht in der Wand, sondern ganz so wie die Wirbelsäule einer Schlange ganz frei im Innern des Hautrohres liegt. Daß dem wirklich so ist, zeigt uns unsere Figur bei c. Hier sind die an die bekannten Hautschienen der Schlangen erinnernden, zum Teil etwas verkalkten Blättchen des genannten Rohres wegpräpariert und man sieht nun (zwischen c und d) die innere, fast das ganze Rohr erfüllende Wirbelsäule. Noch deutlicher wird dies mit Hilfe der Querschnitte in Fig. 47. Der dicke Querbalken a b c in Fig. A ist der Wirbel oder die untere Wand des Seesternarmes; b a c in Fig. B hingegen der innere Wirbel beim Schlangenstern. Denkt sich der Leser beim Seestern (in A) die die Armfurche zum Teil überdachenden Stacheln (c f und a e) in der Mitte gegenseitig verwachsen (B, e f) und ferner den Wirbel von der übrigen Wandung losgelöst, so wird ihm auch klar, wie aus der Seestern- die vollkommenere Schlangensternkonstruktion hervorgehen könne. Die allseitige Biegsamkeit des Schlangensternarmes beruht aber nicht allein auf der bloßen Lostrennung der Wirbelkette von der äußeren Haut, sondern ganz besonders auch darauf, daß die scheibenartigen Wirbel nicht wie jene der Seesterne seitwärts, sondern in der Mitte und zwar abermals durch den Schlangenwirbeln ähnliche, aus Kopf und Pfanne bestehende Gelenke verbunden sind. Infolge dieser Verbindungsweise können sich nämlich die Längsmuskeln (Fig. 46 g), welche sich zwischen den einzelnen durch den lang vorstehenden Gelenkkopf voneinander fern gehaltenen Wirbeln ausspannen, rings um die Mittelachse herum

Fig. 47.



A Armquerschnitt eines Seesternes, B eines Schlangensternes, a b c Wirbel, c d f Seitenwand. (Original.)

postieren und somit also auch Drehungen in jeder beliebigen Richtung zustande bringen.

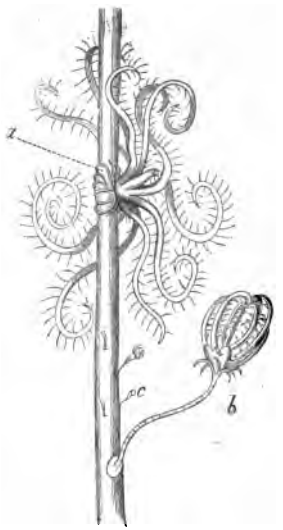
Ganz abgesehen von den schwellbaren Füßchen, die den Schlangensternen so gut wie den echten Seesternen zukommen, besitzen erstere an ihren Armen noch manche andere interessante Neben- oder Hilfswerkzeuge, so namentlich besondere und zum Teil durch Muskeln bewegliche sichel- oder hakenartige Instrumente, womit sich die Tiere an anderen Geschöpfen anhängen oder die sie beim Klettern verwenden; ich muß aber von einer Beschreibung aller dieser Geräte, so merkwürdig sie auch sein mögen, ganz Umgang nehmen und will den Leser nur noch kurz auf gewisse Mundvorrichtungen aufmerksam machen. Die schon früher gebrauchte Fig. 46 zeigt uns rings um die zentral gelegene Mundöffnung einen aus mehreren Kalkstücken zusammengesetzten zierlichen rosettenartigen Reif, der durch eigene Muskeln (a) zusammengezogen werden kann und möglicherweise — Genaueres weiß man leider nicht — zum Zerdrücken härterer Beutestücke dient, also eine Art Schlundpresse vorstellt. Für diese Auffassung spricht namentlich die Gegenwart kleiner und durch eigene Muskeln bewegbarer zierlicher Kalkzähnchen, die an den aus der Figur ersichtlichen, dem Zentrum zugekehrten Vorsprüngen der erwähnten Rosette eingelenkt sind. Weiter unten wird der Leser erfahren, daß diese Art radiär gebauten Gebisses bei gewissen Stachelhäutern eine bedeutende Entwickelung erlangt.

* * *

Unter den seesternartigen Tieren giebt es noch einige sowohl in den nördlichen als in den südlichen Meeren vorkommende Formen, die ihrer sonderbaren äußeren Werkzeuge wegen nicht übergangen werden dürfen. Das Merkwürdige an ihnen ist die, daß ihre fünf Arme nicht wie bei den bisher besprochenen Typ einfach bleiben, sondern sich wie ein Baumast oft in Hunderte v Zweigen spalten, die gegen die Spitze zu immer feiner und fein werden und sich schließlich in zierliche spiralig gerollte Rank auflösen. Aus diesem Grunde, d. h. weil der eigentliche scheib

förmige Körper von einem förmlichen Hof von Strahlen umgeben ist, werden sie als Sonnensterne oder auch als Meduſenhäupter (Euryaliden) bezeichnet. Diese vielfach verzweigten Arme sind aber äußerst wichtige Werkzeuge. Zunächst gestatten sie dem Besitzer, indem sie abwechselnd ausgebreitet und gesenkt und dann wieder zusammengezogen und gehoben werden, eine ziemlich rasche Schwimmbewegung. Noch praktischer erweisen sie sich aber für die Nahrungsaufnahme. Jede der zahlreichen Endranken ist imstande irgend einen Beutegegenstand zu erfassen, und wenn er für eins dieser merkwürdigen, an die Wickelschwänze der Affen erinnernden Greiforgane zu groß ist, so strecken sich sofort Dutzende von anderen nach ihm aus und bringen ihn durch Einrollung des ganzen Armes sicher in das Bereich der Mundöffnung. Wir haben es also hier ähnlich wie bei gewissen Urtieren, die ringsum wurzelartig verzweigte Pseudopodien ausstrecken, mit einem förmlichen Fangnetz zu thun, das aber vor einem künstlichen den großen Vorteil voraus hat, daß jeder der Hauptteile desselben für sich allein eingezogen werden kann. Die sonderbaren Meduſenhäupter erwähnte ich aber besonders auch deshalb, um zu einer anderen eigentümlichen Gruppe von Stachelhäutern, den Haarſternen (Crinoideen) einen Übergang zu finden. Es sind dies in mehr als einer Beziehung ganz apart daſtehende Geſchöpfe. Wie ein Blick auf die in Fig. 48 bei a abgebildeten Form aus dem Mittelmeer zeigt, erinnern sie durch ihre allgemeine Körpergliederung allerdings an gewisse

Fig. 48.



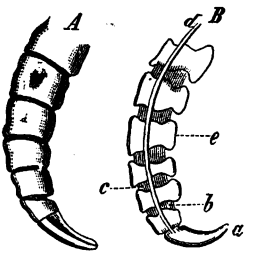
Haarſterne (Comatula) aus d. Mittelmeer, a im ausgebildeten Zuſtand mit dem zum Klettern dienenden Kranz von Ranken (Cirrhen). b junges feſtſitzendes Tier, c noch jünger. Nach O. Schmidt.

seesternartige Geschöpfe und insbesondere an die vorhin besprochenen Meduſenhäupter, mit denen die meisten (das vorliegende aber gerade nicht) namentlich darin übereinstimmen, daß die langen schlanken Arme sich oft in einen förmlichen Busch feiner Äste und Ästchen zerteilen. Diese Ähnlichkeit ist indessen nur eine ganz oberflächliche, und auf keinen Fall auf eine nähere Verwandtschaft zu beziehen. Daß die Haarsterne, oder wie man sie wegen der eigentümlichen feinen Seitenanhänge ihrer Arme (der sogen. Pinnulae) passender bezeichnen sollte, die Federsterne in der That ganz für sich zu betrachtende Stachelhäuter sind, das zeigt sich schon im Gebrauch ihrer Arme bei der Nahrungsversorgung. Betrachtet man unsere Federsterne von jener Seite, wo der Mund liegt, so sieht man, daß von letzterem, ähnlich wie bei einem Seestern, fünf Furchen auslaufen, die auf die Arme und eventuell auf deren Äste übergehen und sich bis an die Spitze derselben erstrecken. Diese Furchen sind nun hier — der Leser hat neuerdings Gelegenheit ein wenig zu staunen — nichts anderes als die Rinnsale, vermittelst welcher dem Tiere unausgesetzt kleine Nährobjekte zugeschwemmt werden. Der Leser wird aber diese Zuschwemmung des Nährmateriales weniger auffallend finden, wenn ich beisetze, daß sie durch die Wimperorgane der erwähnten Schwemmrinnen geschieht, denn er wird sich nun daran erinnern, daß ja unter anderem bei den Infusorien die Verproviantierung auf ähnliche Weise geschieht. Bedenken wir, daß diese kleinen Ruderwerkzeuge, ich meine die Wimpern, auch auf der Körperoberfläche der übrigen Stachelhäuter vorkommen, so dürfen wir wohl annehmen, daß sie auch bei diesen zum Zutrieb kleiner Nährobjekte dienen und daß überhaupt diese uns meist unsichtbar bleibende Kleinfütterung, wenn ich den Vorgang so nennen darf, bei allen äußerlich bewimperten Wassertieren weiter verbreitet ist, als gewöhnlich angenommen wird.

Wir haben aber noch gewisse andere Werkzeuge der Federsterne ins Auge zu fassen. Wenn unser Mustertier noch ganz

jung ist, so sieht es im Gegensatz zu allen anderen Stachelhäutern einem kleinem Polypen nicht unähnlich, denn der eigentliche becherartige Körper ist, wie dies bei c und vergrößert bei b zu sehen, mittelst eines langen aus zahlreichen Kalkcylindern zusammengesetzten Stieles an irgend einem Gegenstande festgeheftet. Diese Anheftung geschieht entweder mittelst einer besonderen Haftscheibe oder durch wurzelartige Ausläufer, in welchem Falle das Tier dann völlig an ein Bäumchen erinnert. Die meisten Haarsterne — wozu namentlich die vielen in den Niederschlägen der Urmeere begrabenen, zum Teil sehr großen und schönen Formen gehören — behalten diesen Stiel ihr ganzes Leben lang. Unsere Comatula dagegen wirft diese Erinnerung an ihre Ahnen ab und wird, gleich den übrigen Stachelhäutern zu einem freizügigen Geschöpf. Indessen hat diese Freizügigkeit doch ihre Grenzen; denn wenn sie sich auch mittelst ihrer Arme einige Zeit im Wasser mühsam schwebend erhalten kann, so läßt sie sich, wenn sie wo zwischen Seegewächsen einen passenden Halt finden kann, doch gern nieder und legt sich vor Anker. Letzteres geschieht nun aber nicht etwa wie bei den Schlangensternen mit Hilfe der Wickelarme, oder wie bei anderen Stachelhäutern mittelst gewisser, den Saugfüßchen ähnlichen Anhängen, sondern sie hat hierzu einen ganz besonderen, in unserer Figur mit a bezeichneten Klammerapparat. Derselbe befindet sich vis-à-vis dem Mund, also an jener Stelle, wo der Stiel abgelöst wurde und besteht aus einem Kranz nach unten gerichteter Ranken, deren Endstück Figur 49 A vergrößert darstellt. Gleich den Armen und dem Stiel setzen sich auch diese in ihrer Funktion am besten den Zehen eines Vogelfußes zu vergleichenden Anhänge aus einer Reihe wirbelartiger Kalkstücke zusammen, die

Fig. 49.



Klammerwerkzeug eines Haarsternes (Actimometra tenax). A von außen, B im Längsschnitt, e wirbelartige Kalkscheiben, b Beuge-, c Streckmuskeln, d elastisches Band, a Endklaue. (Orig.)

(vgl. Fig. B) in analoger Weise wie die Wirbel der Schlangensterne durch starke Längsmuskeln gegeneinander bewegt werden. Um beim Einkrümmen einen recht festen Halt zu gewinnen, ist ferner der letzte Wirbel hakenartig zugespitzt und gekrümmt, wodurch die berührte Ähnlichkeit mit einer Vogelzehe noch größer wird.[18])

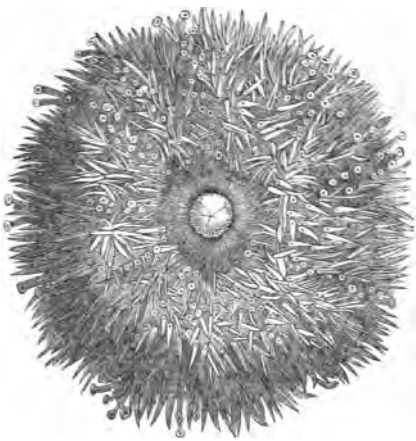
* * *

Fällt es manchem schon schwer, in einem Seestern einen Mechanismus zu erkennen, der vermöge besonderer Werkzeuge alle jene Bewegungen, die zur Erhaltung des Lebens nötig sind, so gut wie ein sogen. höheres Tier auszuführen vermag, so ist dies bezüglich jener sonderbaren Stachelhäuter, die dem Leser unter dem Namen Seeigel (Echinoidei) wenigstens dem Äußeren nach bekannt sind, noch weit schwieriger. Ein Seestern zeigt uns nämlich doch schon bei ganz oberflächlicher Betrachtung gewisse, bekanntere Bewegungsvorrichtungen ähnliche Gebilde, ich meine die Arme und kann sich der Leser an einem Spiritusobjekt überzeugen, daß diese Anhänge thatsächlich einer gewissen Bewegung fähig sind, währenddem wir an einem toten Seeigel bei einer flüchtigen Musterung weiter nichts sehen als eine völlig starre, aus fest ineinander gefügten Kalkplatten bestehende Schale, auf der zahlreiche, ebenfalls starre Fortsätze, die bekannten Stacheln aufgesetzt sind. Ganz anders stellt sich aber die Sache dar, wenn wir ein gut konserviertes Tier dieser Sippe sorgfältiger auf seine verschiedenen äußeren Teile untersuchen oder wenn wir gar Gelegenheit haben, ein solches im lebenden Zustand zu beobachten. Es zeigt sich dann, daß die Seeigel keineswegs aller äußeren mechanischen Werkzeuge und überhaupt der Bewegungsvorrichtungen entbehren, sondern daß sie im Gegenteil — es ist dies buchstäblich wahr — reicher daran sind, a
irgend ein Wirbeltier und selbst als jene vielfüßigen Krebse, t
wir um ihre äußeren Waffen und Geräte fast beneiden möcht

Vor allem wolle der Leser das Vorurteil ablegen, daß
wie bei anderen Stachelhäutern in der bekannten Mittelschi

der Körperwand entstehenden Kalktafeln oder Skelettplatten bei sämtlichen Seeigeln zu einem absolut starren Kugelgehäuse verbunden wären. Man hat nämlich in neuester Zeit Formen gefunden, bei welchen wir z. B. bei der schönen roten Calveria, die Thomson bei Irland aus einer ungeheuren Tiefe heraufzog, die dachziegelartig sich deckenden Skelettschuppen derart durch nachgiebige Häute und Muskeln verknüpft sind, daß der Körper, wie ein Wurm, wellenartiger Bewegungen fähig ist, und wurden ähnliche Verhältnisse unter anderem von dem um die Erforschung der Stachelhäuterorganisation hochverdienten Prof. Ludwig[19]) auch bei gewissen Herzigeln (Spatangiden) nachgewiesen. Indessen ist eine solche Gliederung des Seeigelskelettes beinahe überflüssig zu nennen, denn der merkwürdige Ball besitzt, wie wir sehen werden, äußerer Werkzeuge genug, die ihn, wenn er auch ganz starr ist, leicht von der Stelle bringen können. Die allerwichtigsten dieser Bewegungsorgane sind abermals wieder die sogen. Saug- oder Ambulacralfüßchen. An einem toten Seeigel treten dieselben allerdings nicht so offen und deutlich wie bei den sternartigen Echinodermen hervor, denn sie sind gegen die Schale zurückgezogen und werden vom dichten Stachelkleide in der Regel bedeckt (Fig. 49*). Rasieren wir aber das etztere, was freilich einige Geduld erfordert, so bietet sich uns ein ihr instruktives Bild dar. Wir sehen nämlich, durch ziemlich

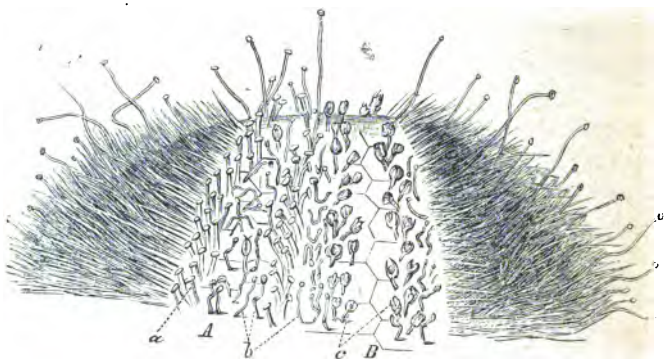
Fig. 49*.



Seeigel von der Mundseite.

breite Intervalle voneinander getrennt, fünf vom unteren oder Mundpol zum oberen oder Afterpol gehende Straßen (Fig. 50 A), die ganz so wie die radiär auseinanderlaufenden Furchen der Seesternarme von zwei Reihen dünner biegsamer Röhrchen eingefaßt sind und werden wir in diesen zarten Gebilden umsomehr den bekannten Saugfüßchen der Seesterne entsprechende Werkzeuge erkennen, als jedes derselben am Ende mit einer deutlichen, später genauer zu betrachtenden scheibenartigen Ausbreitung ver-

Fig. 50.

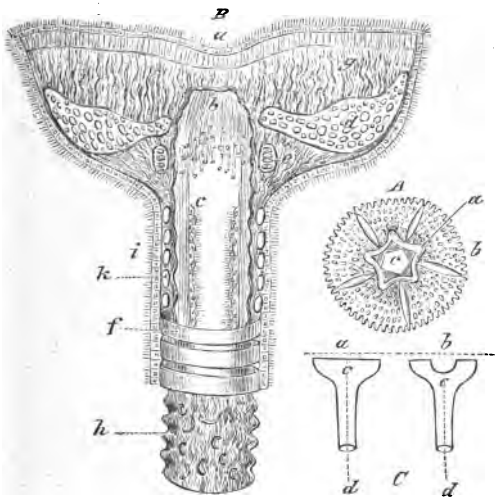


Seitliche Ansicht der oberen Hälfte eines Seeigels (Echinometra) nach teilweiser Entfernung der Stacheln. A ambulacrales (radiales), B interambulacrales (interradiales) Feld, a, a' Saugfüßchen, b schlanke, c plumpe Greifzängelchen (Pedicellarien). (Original.)

sehen ist. Von der Gegenwart dieser fünf Saugfüßchenalleeen kann man sich aber selbst an einem trockenen Seeigel überzeugen. Stellt man nämlich das Kalkgehäuse nach Entfernung der Stachelbekleidung durch Kochen in Kalilauge ganz rein dar und hält es gegen das Licht, so erkennt man daran fünf Doppelreihen feiner, wie mit Nadelstichen gemachter Löchelchen oder Poren, die nichts anderes sind, als die Öffnungen, durch welche die Füßchen von innen, wo sie mit den feinen Kanälen des Wassergefäßsystems verbunden sind, nach außen treten. Alles dies sowie der Umstand, daß der Boden der Füßchenstraßen ebensogu

mit zwei Reihen von Platten wie bei den Seesternen gepflastert ist, deutet darauf hin, daß zwischen diesen zwei Stachelhäutergruppen weit mehr Übereinstimmung herrscht, als man auf den oberflächlichen Anblick hin vermuten sollte. Diese Übereinstimmung wird aber bis zu gewissen Grenzen sogar eine vollständige, wenn wir an einem Seestern die Arme soweit nach oben krümmen, bis ihre Spitzen zusammentreffen. — Doch ich will nun den Leser zunächst mit dem Bau der Seeigelsaugfüßchen

Fig. 51.



Darstellung des Baues der Saugfüßchen eines Seeigels (Echinometra subangularis Ag.); A Skelettplatten der Saugscheibe, a Saugring, b Saugrosette, B halbschematischer Längsschnitt, durch ein Saugfüßchen, a i wimpernde äußere Zellage, c innere, b Längsmuskeln, f Ringmuskeln, h u. g Bindegewebe, d Saugrosette, e Saugring, C Schema, a Füßchen mit ausgebreiteter, b mit in der Mitte eingezogener Saugscheibe. (Orig.)

näher bekannt machen. Wie wir schon wissen, haben wir es mit hohlen biegsamen Fortsätzen der Körperwandung zu thun, und beistehende Fig. 51, die ein solches Gebilde unten von der Fläche und oben im Längsschnitt darstellt, wird dem Leser deutlich machen, daß es in der That aus denselben drei Hauptschichten

wie letztere zusammengesetzt ist. Zu äußerst (bei i) ist zunächst ein Überzug von hohen Flimmerzellen, wie wir solche bekanntlich an der ganzen Oberfläche des Stachelhäuterkörpers finden. Eine ähnliche Zelllage haben wir dann auch inwendig (bei c) als Auskleidung der Röhre. Zwischen diesen zwei Grenzhäuten liegt endlich die Mittelschichte, die ganz so wie an der Körperwand auch hier weitaus die stärkste ist. Im Gegensatz zu den genannten Schichten, die aus gleichartigen, in einer Fläche angeordneten Elementen besteht, zeigt diese aber eine kompliziertere Zusammensetzung. Die Grundlage oder das Gerüst des Ganzen ist ein aus wellig verlaufenden Fäserchen bestehendes Bindegewebe (h), das dem ganzen Füßchen, was sehr wichtig, eine große Elasticität verleiht. Der Umstand, daß in demselben, wie man bei h sieht, kleine klammerhakenartige Kalkgebilde liegen, zeigt dem Leser am deutlichsten, daß diese Lage faktisch mit der die Skelettplatten enthaltenden Mittelschichte der Körperwand identisch sind. Die in mechanischer Beziehung wichtigsten Elemente der Mittellage und des ganzen Füßchens überhaupt sind aber die im erwähnten Bindegewebe eingebetteten kontraktilen Gebilde oder die Muskelfasern. Dieselben sondern sich, ähnlich wie an den bekannten Fangarmen der Nesseltiere und überhaupt an den meisten biegsamen Hohlgebilden der verschiedenen Tiere, in zwei Schichten. Die einen und zwar die äußeren (f) spannen sich ringförmig um das Rohr herum, während die anderen oder die inneren (b) sich nach der Länge erstrecken. Die Bedeutung dieser Anordnung liegt auf der Hand. Ziehen sich die Ringfasern vom Ansatzpunkt des Schlauches angefangen gegen sein Ende zusammen, so wird derselbe offenbar verengt und zugleich in die Länge gestreckt, während die Kontraktion der Längsfasern eine Verkürzung und damit zugleich eine Verdickung des Hohlorgans bewirkt.

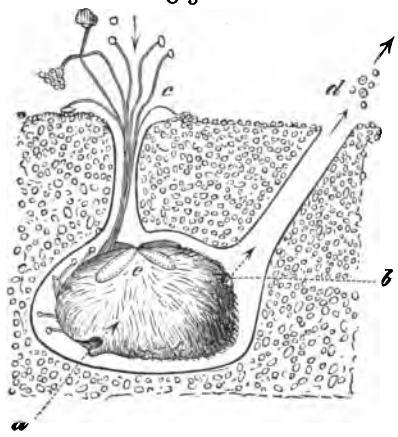
Ist aber schon das Füßchen als solches von einer überaus kunstreichen und komplizierten Konstruktion, so verdient der bereits kurz erwähnte scheibenförmige Aufsatz desselben unsere Be

wunderung noch in höherem Grade. Aus der obigen Figur, welche die Scheibe im Längsschnitt darstellt, ersieht der Leser zunächst, daß dieselbe durch eine starke polsterartige Endanschwellung der Mittelschichte und speziell ihres bindegewebigen Gerüstes (g) entsteht. Dieses Polster ist aber, wie man ferner bemerkt, nicht ganz massiv, indem der Hohlraum des Füßchens oder Stieles ungefähr bis in die Mitte desselben emporreicht. Wo er endigt, ist eine aus verdichtetem, stark federndem Bindegewebe bestehende Platte (b), an welche sich unten zahlreiche Längsmuskeln ansetzen. Letztere bilden nun die Zug- oder Stempelvorrichtung, durch welche die auf einen Gegenstand flach aufgedrückte Scheibe (Fig. C a) in einen Saugnapf (b) verwandelt wird. Ziehen sich nämlich diese Muskeln zusammen, so wird natürlich auch die erwähnte Platte und mit dieser der ganze mit ihr unmittelbar verwebte Mittelteil des Polsters zurückgezogen, wodurch in der Mitte der Scheibe eine an Spiritusobjekten leicht zu sehende kreisförmige Vertiefung entsteht, die dann beim Nachlassen des Muskelzuges wieder verschwindet. Das Interessanteste speziell an den Seeigelsaugscheiben sind aber gewisse äußerst zierlich geformte Skelettgebilde in der Mittelschicht, durch welche die oft ziemlich umfangreiche und im übrigen ja aus weichem Gewebe bestehende Scheibe ausgebreitet und steif erhalten wird. Das eine dieser Gebilde (Fig. A b) ist eine aus fünf Stücken zusammengesetzte, durchbrochen gearbeitete Rosette, die hinsichtlich ihrer übrigen Form an die bekannten Schutztassen eines Kerzenleuchters erinnert. Das zweite unter ihr liegende Gebilde (Fig. A a) stellt dagegen einen fünfeckigen Rahmen oder Ring vor, und sieht man am Längsschnitt (bei e), daß derselbe im Vergleich zur Rosette nur eine geringe Ausdehnung besitzt.

Jene Leser, welche die Saugfüßchen, wie wir es bekanntlich ben gethan haben, an einem toten Seeigel aufsuchen, bei dem e ganz gegen die Schale zurückgezogen sind, werden nun aber agen, wozu denn eigentlich diese Werkzeuge vorhanden sind, ı sie ja wohl wegen der hoch über sie emporragenden Stacheln

nicht an einen äußeren Gegenstand appliziert werden können. Nun die Beobachtung eines lebenden Exemplares klärt die Sache sehr einfach auf. An einem solchen sieht man nämlich, daß diese im eingezogenen Zustand kaum sichtbaren Röhrchen bald da, bald dort aus dem Stachelwalde hervortauchen und — wir müssen den schon bei den Seesternen gebrauchten Vergleich wiederholen — als ob es selbständige fadenwurmartige Wesen wären, oft noch weit über denselben hinaus züngeln. Diese merkwürdige Erscheinung beruht aber auf der Gegenwart eines ähnlichen inneren Wasserschwellwerkes, wie wir es schon früher kennen gelernt haben. Nachdem wir soweit sind, wird es der Leser auch gern glauben, daß diese Stachelkugeln sich ziemlich rasch von der Stelle bewegen, ja zum Teil sogar — was sich freilich sehr sonderbar ansieht, auf dem Geäste der Korallen und anderer Seegewächse herumklettern. Diese wunderbaren Werkzeuge dienen aber vielfach auch zum Heranziehen von Beuteobjekten oder allerhand anderer Gegenständen, womit sich manche Igel seltsamerweise zu vermummen pflegen, und hat in dieser Hinsicht insbesondere Dohrn in seinem bekannten Meeraquarium in Neapel eine Menge anziehender Manipulationen beobachtet. Sehr instruktiv ist, um doch ein Beispiel anzuführen, unter anderem das Verhalten des in beistehender Figur samt seinem selbstverfertigten Grabe abgebildeten nordischen Herzigels. Erwähntes Grab hat zwe

Fig. 52.

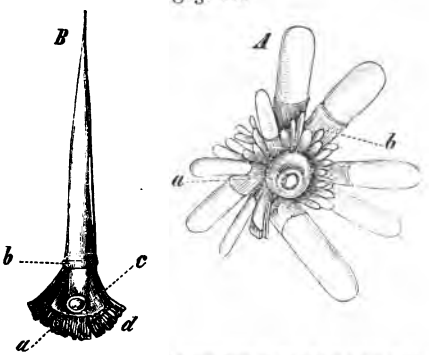


Herzigel (Amphidetus cordatus) aus der Nordsee in seiner selbstgegrabenen Höhle. a Mund, b After, e Fühler (Kiemen-Rosette) c ausgestreckte Füßchen, d Auswurfskanal (Schematisch.)

Ausgänge, einen in der Nähe des Mundes (a) und den anderen in der Nähe des Afters (b). Durch ersteren werden nun eine Anzahl bei diesen Igeln nur auf der Bauchseite vorkommender Füßchen herausgesteckt, die mit Hilfe ihrer Saugscheibchen vom Meerboden allerlei kleine Nährobjekte auflesen und dann hinunter in die Wohnhöhle und zum Munde ziehen.

Wenn ich oben davon sprach, daß die Seeigel an äußeren Werkzeugen reicher als irgend eine andere Tiergruppe seien, so dachte ich dabei vor allem an den Umstand, daß sie speziell für die Ortsveränderung außer den eben beschriebenen weichen Organen auch noch harte hebelartige Werkzeuge besitzen. Letztere kennt der Leser aber schon wenigstens dem Äußeren nach, denn es sind eben die Stacheln selbst, und wolle man vorläufig nur noch das interessante Verhalten beachten, daß hier weiche und harte Werkzeuge in so großer Anzahl und, was besonders eigentümlich, untereinander gemischt vorkommen. Sehen wir uns nun den Mechanismus dieser ebenso einfachen als praktischen Instrumente etwas näher an. Sucht man an einem nicht völlig eingetrockneten Tier einen Stachel loszumachen, so überzeugt man sich bald, daß er nicht etwa ein einfacher Fortsatz, sondern ein Anhangsgebilde der Schale ist, das, ähnlich unserem Arm, einer weiten Exkursion fähig ist. In der That zeigt auch die Verbindung des Stachels mit der festen Unterlage

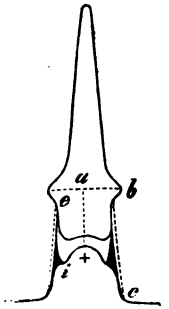
Fig. 53.



A a Gelenkwarze, b kolbenförmige Stacheln eines Seeigels (Cidaris hystrix). B Stachel eines anderen Seeigels (Toxopneustes variegatus) von den Antillen. a Gelenkpfanne der Stachelwurzel, b Ansatzring, c Gelenkhaut, d Muskelmantel (beide aufgeschnitten und auseinandergebreitet). (Original.)

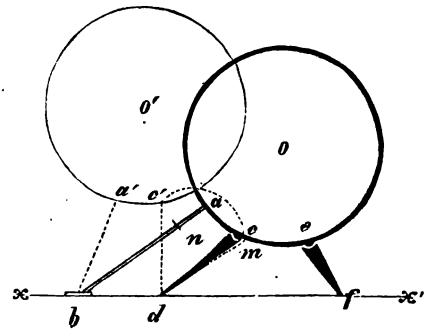
manche Ähnlichkeit mit dem Armschultergelenk. Zunächst haben wir hier wie dort einen schön abpolierten Gelenkkopf, der sich in einer gleichfalls aufs feinste ausgeschliffenen Pfanne bewegt, nur ist der Unterschied, daß sich beim Seeigelgelenk die Pfanne (Fig. 53 B a) am beweglichen Teil, also am Stachel und der auf einer besonderen kegelförmigen „Warze" sich erhebende und von einem ringförmigen Eindruck umgebene Kopf (A a) auf dem fixen Teil, d. i. auf der Schale befindet. Weiter

Fig. 54.



Mechanismus des Seeigelstachels. + Gelenkkopf, e i Gelenkkapsel, b c Muskel, a b Hebel, an welchem letzterer wirkt.

Fig. 55.



Erläuterung der Ortsbewegung eines Seeigels mittelst der Stacheln (e f u. c d) und der Füßchen (a b).

unterscheidet man dann auch eine besondere, aus einem starken und sehr elastischen Gewebe hergestellte Gelenkhaut (B c), die in unserer Figur, um alles deutlich zu machen, aufgeschnitten und mantelartig ausgebreitet ist. Drittens endlich spannen sich zwischen der Basis des Stachels und dem früher erwähnten kegelförmigem Postament des Gelenkkopfes zahlreiche Muskelfäden (B a) aus, die ganz analog wie an unserer Schulter einen das Gelenk rings einschließenden Trichter bilden und die demgemäß den Stachel nach allen Richtungen zu drehen imstande sind. Nicht übersehen wolle man endlich den ringförmigen Vor-

sprung nahe der Wurzel des Stachels (b), der den erwähnten Muskeln bequeme und mechanisch vorteilhafte Angriffspunkte bietet. Unter Zugrundelegung des Schemas in Figur 54 wird der Leser den ganzen Stachelmechanismus noch leichter übersehen. Das Kreuzchen (+) bezeichnet den Drehpunkt auf dem im Längsdurchschnitt dargestellten Gelenkkopf, die dunkel ausgezogenen Seitenlinien e i die federnde Gelenkhaut, die unten in dem den Kopf umgebenden Ringgraben fest eingefügt ist, während die das Gelenk überbrückende Punktlinie (b c) die Muskeln veranschaulicht. Letztere greifen, wie man sieht, bei b also an einem Hebelarm an, welcher der senkrecht auf die Stachelachse (+ a) gezogenen Linie b a entspricht.

Was nun die Art der Verwendung der beschriebenen Hebel betrifft, so soll selbe durch vorstehende Fig. 55 erläutert werden. Wir sehen hier zunächst einen Seeigel o mit den zwei Stacheln e f und c d auf der festen Unterlage x x' ruhen. Stellen wir uns nun vor, daß sich der auf der rechten Seite des linken Stachels d c befindliche Muskel (m) zusammenzieht, so muß der ganze auf dem Stachel lastende Körper, wenn ersterer mit der Spitze fixiert bleibt, nach links hin den durch die Punktlinie c c' angedeuteten Bogen beschreiben, oder mit anderen Worten, es wird der Seeigel nach links verschoben und zugleich, wie man sieht, etwas in die Höhe gehoben. In der Regel werden wohl diese durch die Stachelmuskeln bewirkten Verschiebungen des Körpers durch die vorgestreckten, in unserer Figur mit a b und a' b' bezeichneten Saugfüßchen sehr wesentlich unterstützt und man hat es sonach mit einer kombinierten Bewegung zu thun, wobei unter Umständen die Stacheln sogar eine mehr passive Rolle als bloße Stützen spielen. Man kennt indes auch Formen z. B. die von Agassiz beobachtete Arbacia, welche, zumal auf horizontalem Boden, lediglich nur mit Hilfe der Stacheln fortkelzen, und die die gewissen seilartigen Werkzeuge erst dann auswerfen, wenn es stärker bergauf geht. —

Allein die Seeigel verwenden ihre Stacheln nicht bloß als

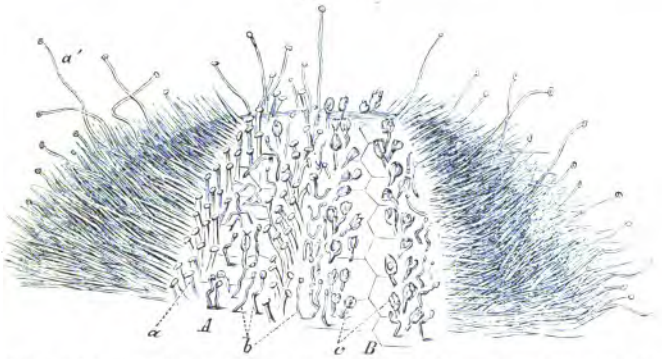
aktive Werkzeuge, sondern letztere erweisen sich auch in mehrfacher Beziehung als gerade für diese Tiere hochwichtige Schutzvorrichtungen. Um diese ihre Bedeutung gehörig zu würdigen, muß man zunächst wissen, daß sich speziell die starkstacheligen Seeigel mit Vorliebe an steinigen Küsten aufhalten, wo sie von der Brandung trotz ihrer zahlreichen Ankertaue häufig hin und her geworfen werden. Da sind es nun eben die Stacheln, welche die erhaltenen Stöße gleich Federn auffangen und das dünne Gehäuse gerade so vor der Zertrümmerung schützen, als wenn sich ihnen irgend ein stärkerer Räuber naht, der nach ihnen lüstern ist und sie ohne weiteres zermalmen würde, wenn ihm nicht das fatale Stachelgewand im Wege wäre. Von diesen Gesichtspunkten aus wird es der Leser auch weniger sonderbar finden, daß bei manchen dieser Tiere die Stacheln zu wahrhaft kolossalen Keulen anschwellen, die einen unwillkürlich an die Steinwaffen unserer Urahnen erinnern.

Jeder weiß, daß bei jenen Wirbeltieren, deren Haut mit langen Haaren oder Federn bedeckt ist, zwischen diesen Anhängen sich vielfach allerlei kleine Fremdkörper ansammeln, sowie daß diese Verstecke vielfach auch verschiedene kleine lebende Organismen, nämlich Parasiten, beherbergen. Wenn ich nun dem Leser einreden wollte, daß bei den in Rede stehenden höheren Tieren am Grunde des Haar- oder Federkleides zahlreiche aber nur mit dem Mikroskop deutlich erkennbare Zängelchen vorhanden wären, die die Bestimmung hätten die gewissen Schmutzkörperchen und eventuell auch die Schmarotzer zu erfassen, von ihrer Haftstelle loszureißen und dann auf irgend eine Art vom Körper zu entfernen, so würde offenbar, so zweckmäßig man auch einen solchen Selbstreinigungsapparat der Haut finden müßte, niemand an dessen Existenz glauben wollen; denn, möchte man einwenden, das wäre des Guten doch zu viel, das wäre eine Künstelei, die über alles Maß und Ziel eines tierischen Mechanismus hinausginge. Und dennoch kommt Ähnliches vor. Allerdings nicht bei den Wirbeltieren, wohl aber bei den durch

ihre Hautbedeckung an gewisse stachelhaarige Säuger erinnernden Seeigeln (und anderen Stachelhäutern, nämlich den Seesternen), und ist damit ein neuer Beweis für die Richtigkeit unserer früheren Behauptung erbracht, daß speziell die Seeigel an mechanischen Werkzeugen weit reicher als irgend welche andere Tiere seien.

Um nun diese, wie sich weiter zeigen wird, höchst eigentümlichen Miniaturzängelchen zunächst in ihrer natürlichen Position kennen zu lernen, müssen wir wieder zu dem schon früher

Fig. 56.

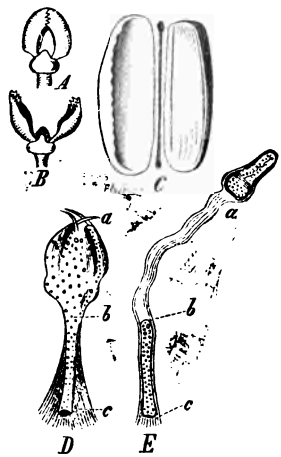


Seitliche Ansicht der oberen Hälfte eines Seeigels (Echinometra) nach teilweiser Entfernung der Stacheln. A ambulacrales (radiales), B interambulacrales (interradiales) Feld, a, a' Saugfüßchen, b schlanke, c plumpe Greifzängelchen (Pedicellarien). (Orig.)

gebrauchten Seeigel greifen, an dem wir durch Entfernung der Stacheln die zwischen denselben verborgenen Schalenanhänge bloßlegten. Betrachtet der Leser unser Objekt aufmerksam, so wird es ihm nicht entgehen, daß auf jenen fünf relativ breiten meridionalen Feldern (Fig. 56 B), die abwechselnd zwischen den Saugfüßchenfeldern liegen (man nennt sie deshalb auch interambulacrale oder interradiale) und die gleichfalls aus zwei Reihen von Platten bestehen, zahlreiche wie gestielte Kölbchen aussehende weiße Gebilde (c) stehen. Dies ist die eine und zwar die gröbere Gattung der in Rede stehenden Zängelchen; denn ich

muß, wenn auch zur Verwunderung des Lesers gleich bemerken, daß noch eine zweite schlankere Form dieser Werkzeuge vorkommt. Letztere (b), die, wie noch näher zu zeigen, einen peitschenartig beweglichen Stiel besitzen, finden sich teils mehr an den Seitenrändern der erwähnten füßchenlosen Felder, dort wo der Nadelstachelwald am dichtesten ist, teils aber auch und zwar vermischt mit mehr vereinzelten gröberen oder starrstieligen Formen in der Mitte der beiden Füßchenreihen. — Fig. 57 D u. E zeigt uns nun die genannten zwei Gattungen von Zängelchen oder wie sie in der Wissenschaft heißen, von Pedicellarien bei mäßiger Vergrößerung und wird der Leser gleich in D die plumpere, in E die schlankere erkennen. Im Gegensatz zu den betreffenden Gebilden der Seesterne, bei denen (Fig. B u. C) die eigentliche meist kurz oder (C) gar nicht gestielte Zange wie bei den analogen künstlichen Werkzeugen nur zwei mitunter muschelschalenartige Backen besitzt, hat man es bei den Seeigeln mit weit komplizierteren nämlich mit dreibackigen Greifinstrumenten zu thun. An unserer gröberen Form (D) erkennt man diese drei Backen auch ganz deutlich und zwar deswegen, weil jede am Ende in eine Klaue ausgeht, die so gut wie der übrige Backenteil und der starre Stiel aus Kalksubstanz besteht. Die eben erwähnte Beschaffenheit, sowie die Einfügung des Stieles an der Schale vermittelst eines Gelenkes und die Anwesenheit eines das letztere umgebenden Muskelmantels (c) deuten ferner darauf hin, daß diese merkwürdigen Zängelchen mit den Stach

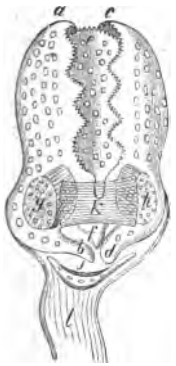
Fig. 57.



Greifzängelchen (Pedicellarien). A eines Seesternes (Asteracanthion gelatinosum) geschlossen, B geöffnet, C von einem andern Seestern (Astrogonium Phrygianum), D und E zwei verschiedene Formen von Greifzängelchen eines Seeigels Echinometra subangularis), c Muskel (bei E sehr dünn).

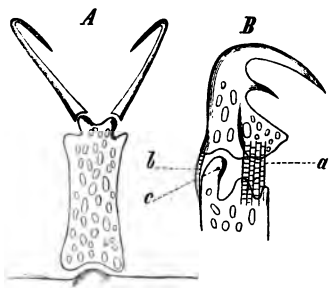
verwandt sind und lassen sich bei gewissen Tieren auch in der That förmliche Übergänge zwischen ihnen nachweisen. Den eigentlichen Mechanismus dieser sonderbaren Greiforgane wollen wir uns aber an der schlanken Form etwas näher ansehen. Zunächst zeigt uns die Darstellung auf Fig. 57 E, daß der Stiel derselben aus zwei ungleichen Teilen besteht. Während nämlich der untere (c b) inwendig verkalkt und daher ganz starr ist, bleibt der obere Teil (b a) weich und biegsam; und dies

Fig. 58.



Die dreiarmige Zange der Form E in Fig. 57, stärker vergr. a b, e f, c d Zangenbacken, i verkalktes Gelenkstück, g, k u. h die drei starken Muskeln zur gegenseitigen Annäherung der Arme, l weicher Teil des Zangenstieles. (Orig.)

Fig. 59.



Eigentümliche Pedicellarien in Form eines beweglichen Doppelhakens von einem Sonnenstern (Trichaster elegans) nach H. Ludwig. A Ansicht von vorne, B von der Seite, c Gelenkkopf des Stieles, a Muskel zum Niederziehen, b zum Aufrichten des Hakens

macht es wahrscheinlich, daß das Ganze wie eine Peitsche hin- und hergeschwungen wird. Die Zange selbst ist in Fig. 58, um die ganze Konstruktion besser zu zeigen, vergrößert. Es ist ein Mechanismus, der seinesgleichen sucht. a, e, c sind die drei inwendig verkalkten Backen, die mittelst mehrerer Zacken, die aber selbst wieder fein gezähnelt sind, ineinander greifen und sich unten mittelst der drei Griffelfortsätze b, f, d in einem besonderen schalenförmigen Skelettstück i drehen. Das Interessanteste sind aber die drei starken Muskelbündel g, h, k, welche die drei Zangen-

arme, um einen ergriffenen Gegenstand einzuklemmen, gegeneinander bewegen. Während aber hier nur Muskeln zum Schließen der Zange vorhanden sind, kommen unter anderem bei den ganz eigentümlich konstruierten Pedicellarien eines Sonnensternes in Fig. 59 auch Öffnungs- oder richtiger, da man es hier mit einschlagbaren Haken zu thun hat, Hebemuskeln (b) vor.

Es wäre über den Bau unserer Zängelchen, da fast jede der betreffenden Tierarten in dieser Hinsicht ihre Besonderheiten hat, noch sehr viel zu sagen; allein den hiefür ausgesteckten Raum haben wir ohnehin schon überschritten und wir müssen ja doch auch noch die Frage berühren, welche Bestimmung denn diese sonderbaren Greifwerkzeuge besitzen. Nun, um die Wahrheit zu sagen, ist man hierüber noch immer nicht ganz im Klaren und dies läßt sich auch leicht begreifen, wenn man bedenkt, daß sich die Manipulationen dieser Miniaturwerkzeuge eben wegen ihrer versteckten Lage schwer beobachten lassen. Eine der vielen Meinungen, die hierüber geäußert wurden, ist die, daß durch dieser „Hände lange Kette" dem Munde kleine Nahrungsobjekte zugebracht werden. Dagegen spricht aber der Umstand, daß vielfach gerade um den Mund herum die Zängelchen fehlen, das Herumreichen kleiner Eßwaren in den über dem Mund gelegenen Regionen also eine nutzlose Spielerei wäre. Eine andere neuerlichst von Romanes ausgesprochene bemerkenswerte Anschauung ist die, daß sich die Seeigel mit Hilfe unserer Greiforgane an über ihnen befindlichen geeigneten Gegenständen aufhängen sollten. Aber auch dies kommt mir wenig wahrscheinlich vor, da zu diesem Behufe ja die weit ausstreckbaren Saugfüßchen viel praktischer sind, während die Pedicellarien mindestens bei langstacheligen Formen offenbar gar keinen Haftpunkt erreichen können. Am annehmbarsten bleibt vorläufig immer noch die bereits oben angedeutete und von Agassiz zum Teil auch durch direkte Beobachtung begründete Ansicht, daß man es nämlich, wenigstens bei den Seeigeln, mit Reinigungsorganen zu thun habe. Agassiz denkt hierbei vor allem an die

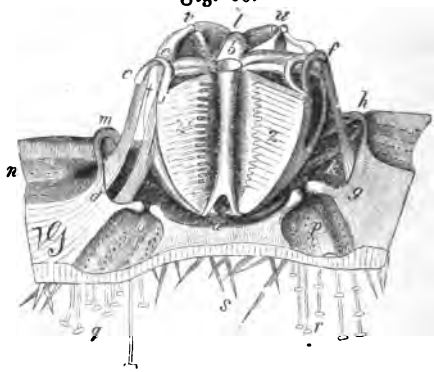
Entfernung von Schmutzteilchen, die aus der am oberen Pol gelegenen Afteröffnung auf die unteren Partieen herabfallen; man darf indes, wenn sich die Agassizsche Beobachtung bestätigt, wohl glauben, daß sich das Gassenkehreramt dieser merkwürdigen Organe auch auf anderweitige im dichten Stachelkleid nie fehlende Fremdkörper und kleine tierische Ansiedler erstreckt. Übrigens läßt schon der Umstand, daß es bei einer und derselben Art zweierlei und mitunter sogar mehrerlei Zangenformen giebt, darauf schließen, daß auch ihr Geschäft ein verschiedenes sei und so dürfte wohl auch die folgende Zoologengeneration noch genug zu thun haben, ehe das Geheimnis, das im Dickicht des Stachelwaldes der Seeigel verborgen liegt, vollkommen entschleiert wird. —

Mit den Saugfüßchen, Stachelstelzen und Greifzängelchen, die wir jetzt kennen gelernt haben, ist aber das reiche Inventar der Seeigelwerkzeuge noch durchaus nicht erschöpft; denn diese sonderbaren Geschöpfe besitzen, als wollte die Natur alles auf sie allein häufen, noch einen mechanischen Apparat von so wundervoller Konstruktion, daß dagegen selbst die sonst am meisten bewunderten analogen Einrichtungen der Wirbeltiere an Interesse verlieren. Dieser Apparat ist aber nichts anderes als das Gebiß, von dem ich nun dem Leser, so gut es sich überhaupt in kurzem thun läßt, eine wenigstens beiläufige Vorstellung geben will.

Präpariert man das aus Kalktafeln bestehende Gehäuse eines regulären Seeigels in der oben angegebenen Weise, nämlich durch Kochen in Kalilauge, so wird man finden, daß die Kugelschale an einer durch ihre Plattheit ausgezeichneten Seite eine weite runde Öffnung besitzt. Diese Öffnung ist am nicht macerierten Tier von einer nachgiebigen muskelreichen Haut überspannt, in deren Mitte man einen engen Kreis von fünf spitzen emailartigen Zähnen bemerkt, die indes so klein sind, daß sie von einem Unkundigen mitunter leicht übersehen werden können. In Mitte dieses Zähnchenkreises liegt nun die Mundöffnung

und wird deshalb die erwähnte Haut auch als Mundhaut bezeichnet. So unansehnlich aber die erwähnten äußerlich wirksamen Teile des Seeigelgebisses, nämlich die frei vorstehenden Zahnspitzen sind, so auffallend ist der innerhalb des Gehäuses liegende Apparat, der diese Werkzeuge in Bewegung setzt. Um ihn, was zum vollen Verständnis nötig, in seiner natürlichen Lage zu sehen, braucht man nur den obern Teil des Gehäuses abzubrechen und die darin befindlichen Weichteile wegzuräumen. Beistehende

Fig. 60.



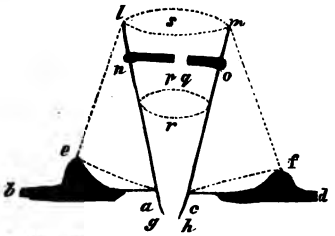
Gebiß eines Seeigels (Echinus melo) a b Schlundrohr, z z' Kinnladen (Alveolen für die Zähne), b l, b f, b e Speichen (rotulae) f u l, e v c, c e i, bogenf. Epiphysenpaare. n, o, p Ambulacralrinnen, m, h ꝛc. ohrförmige Erhebung des Schalenrandes (auriculae), c i d u. f g Muskeln zum Schließen der Kinnladen, k h zum Öffnen, r, q Saugfüßchen, s Stacheln. (Orig.)

Figur zeigt uns diesen größtenteils aus harten verkalkten Teilen zusammengesetzten Apparat samt seiner nächsten Umgebung, nur habe ich, um gewisse Verhältnisse deutlicher zu machen, am betreffenden Präparat vorne ein Stück losgetrennt und einige kleinere Skelettteile oben, sowie diverse Muskeln und Bänder in der Zeichnung weggelassen. Gehen wir nun sofort an die Beschreibung dieser sonderbaren Maschinerie, die ihrer Totalgestalt halber den nicht minder sonderbaren Namen „Laterne des Aristoteles“ erhalten hat, und zwar zunächst der Hartteile. Solcher giebt es nicht weniger als fünferlei Arten, was, da jede,

dem radiären Typus gemäß, wieder fünfmal resp. zehnmal vorkommt, die gewiß respektable Zahl von 30 und ev. 40 Einzelbestandteilen ergiebt. Weitaus die größten unter ihnen sind die fünf mit z u. z' bezeichneten rings um das Schlundrohr aufgestellten Stücke, die, da an ihnen unten die Zähne angefügt sind, die eigentlichen meist unter dem Namen Kinnbacken aufgeführten Lasthebel der Maschine vorstellen. Dieselben haben die Form einer dreiseitigen Pyramide, deren der Peripherie zugekehrte und oben durchbrochene Wandung etwas gebogen ist. Eigentümlich sind die zwei andern aber unter sich übereinstimmenden Wände. Sie sind nämlich der Quere nach fein gestreift und fasern sich innen und außen wie ein Kamm in zahlreiche zarte Blättchen auf. Diese Unebenheiten dienen zur Befestigung von in horizontaler Richtung von einer Pyramide zur benachbarten ausgespannten Muskeln. Höchst eigentümlich ist nun aber das Gestelle, an dem unsere fünf Lasthebel sich drehen. Es liegt dasselbe den letzteren horizontal auf und besteht aus fünf wie die Speichen eines Rades vom Schlundrohr gegen die Peripherie ausstrahlenden dicken Balken (b l, b f, b e u. s. w.) weshalb sie auch rotulae heißen. Die nähere Anordnung dieser Speichen hat man sich aber so zu denken, daß sie die einander zugekehrten Seitenwände zweier benachbarter Kinnbacken von oben bedecken. Letztere ragen indessen — und dies ist sehr wichtig — an ihrer Außenseite über die erwähnten Speichen empor, und zwar vermittelst einer aus zwei Seitenstücken (Epiphysen) bestehenden bogenförmig aufgerichteten Handhabe (f u l, l v c, c e i u. s. w.), die sich von einer Seitenwand zur andern erstreckt, und mit den benachbarten zwei Speichen durch ein Gelenk verbunden ist. Dies sind die Hauptteile. Dazu kommen noch fünf etwas über den Speichen liegende und an der Außenseite der ganzen Laterne herabgebogene und relativ zarte Gabelstücke. Nunmehr ist die Bewegung der Zähne leicht zu erklären. Die eigentlichen Hebel sind die keilförmigen Kinnbacken, deren Drehpunkt an den relativ feststehend zu

denkenden Speichen liegt. Jeder dieser Hebel besitzt zwei Arme, einen größern untern, an dem auch der Zahn sitzt und einen kürzern obern, gebildet durch die früher erwähnte Handhabe. Wie unsere Figur zeigt, geht von jeder Hälfte dieses Bogens ein starker Muskel (c d u. i d) aus, der sich unten auf der Schale an einer Leiste (d) befestigt. Zieht sich dieses Muskelpaar zusammen, so wird die Handhabe nach außen, die Kinnbacke selbst aber mit dem Zahn nach innen und zugleich etwas nach unten bewegt und wenn dies gleichzeitig an allen fünf Kinnbacken geschieht, so werden auch sämtliche fünf Zähne aneinander gepreßt und können einen dazwischen befindlichen harten Gegenstand leicht zermalmen. Es giebt aber auch Muskeln (h d), die den genannten entgegenwirken. Sie entspringen zwischen den Ansatzleisten der Kinnbackenschließer auf besonderen, hohen, über die inneren Saugfüßchenstraßen (n, o, p ꝛc.) gespannten Knochenbogen (h) und befestigen sich an den Kinnladen ganz unten, in der Nähe der Zähne. Sie drehen offenbar die Kinnladen nach außen und heben zugleich die ganze Laterne etwas nach oben, oder tiefer in das Innere das Gehäuses hinein. — Das Schema in Fig. 61 dürfte den beschriebenen Mechanismus noch deutlicher überblicken lassen. a und c ist die dünne Mundhaut, e b, f d der verdickte Schalenrand. Die ausgezogenen Linien l g und m h sind die beweglichen Kinnbacken, die sich im Punkt n resp. o um die fix zu denkende Speiche n p bez. q o drehen. Die Punktlinien l e und m f versinnlichen die Muskeln, welche die Zähne gegeneinanderbewegen, e a und f c jene, die sie auseinanderziehen. Die kreisförmige Punktlinie r soll dann die Wirkung der oben erwähnten Zwischenkinnladenmuskeln

Fig. 61.



Schema zur Erläuterung des Mechanismus des Seeigelgebisses. (Orig.)

vergegenwärtigen — sie ziehen offenbar die ganze Laterne enger zusammen — und desgleichen entspricht die Kreis-Punktlinie s den bisher noch gar nicht genannten Muskeln, die sich zwischen den einzelnen Gabelstücken ausspannen.

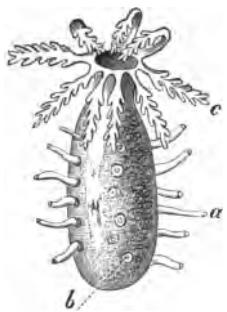
So genau man aber bis auf gewisse Punkte den Mechanismus des Seeigelgebisses kennt, so wenig Sicheres weiß man auffallenderweise bisher über den Gebrauch derselben. Seine Lage am Mundeingang, sowie das Vorkommen von hartschaligen oder gepanzerten Tieren im Darmkanal läßt allerdings kaum einen Zweifel aufkommen, daß sich die Tiere ihrer Zähne zum Zerkleinern gewisser Beuteobjekte bedienen; es fragt sich indes, ob dies ihre Hauptbestimmung ist, oder ob vielleicht dieser Brechapparat mehr zum Bohren jener merkwürdigen selbstverfertigten Löcher in Steinen und Felsen, in denen man die Seeigel häufig eingeschlossen findet, verwendet wird.

* * *

Auf dem Grunde schlammiger Untiefen sieht man nicht selten große wurstartige Körper, die sich langsam dahin schleppen. Dies sind die Seewalzen (Holothurien), allem Anschein nach die nächsten Verwandten der Seeigel. Holen wir uns ein solches Tier mit dem Schleppnetz herauf und nehmen es trotz seines nicht sehr appetitlichen Äußern in die Hand, so bemerken wir, daß wir es mit einem lederartigen allerseits biegsamen und im Innern prall mit Wasser gefüllten Schlauch zu thun haben. Der Name „Stachelhäuter" paßt aber auf diese Tiere um so weniger, als es in den südlichen Meeren schlangenartige Formen giebt, — z. T. bis zu 2 m Länge! — deren Haut so weich ist, daß sie, wenn man sie etwas unsanft berührt, sich in Schleim auflösen. Manche Seewalzen, wie z. B. die bei Triest so häufige Klettenholothurie (Synapta) besitzen in ihrer ganz durchsichtigen Haut allerdings kleine spitzige Kalkgebilde, zum Teil von sehr zierlicher Form, diese entbehren aber der Muskeln und dürfen daher nicht mit den Stacheln der Seeigel oder Seesterne verglichen werden.

Warum nun aber diese Tiere trotzdem zu den Stachelhäutern gestellt werden, das wird auch ein in zoologischen Dingen weniger erfahrener Leser sofort begreifen, wenn er einen Blick auf die in beistehender Figur abgebildete Seewalze wirft. Sie besitzt nämlich, wie man sieht, dieselben fünf Reihen von Saugfüßchen (a, b), die wir als die charakteristischsten Werkzeuge der übrigen Stachelhäuter kennen lernen. Diese Saugfüßchen stellen aber keineswegs die Hauptwerkzeuge der Seewalzen vor — gewissen Formen derselben fehlen sie sogar gänzlich! — sondern als solche sind vielmehr die großen den Mund umstellenden und an die Fangarme der Nesseltiere erinnernden Anhänge anzusehen, die aber an frisch gefangenen Exemplaren meist nicht sichtbar sind, da sie samt dem ganzen von einem Kalkring gestützten Schlundsack durch besondere starke Muskeln völlig in das Körperinnere hineingezogen werden. Diese, in der Regel vielfach zerteilten und durch das auch hier vorhandene Wassergefäßsystem schwellbaren Anhänge sind in der That wahre Universal-Werkzeuge. Zunächst unterstützen sie die Fortbewegung des Körpers, ja können sogar die Saugfüßchen ganz ersetzen, und zwar einfach deshalb, weil sie, zum Teil wenigstens, selbst die Fähigkeit sich anzusaugen haben, und sieht man nicht selten das überraschende Schauspiel, daß sich eine solche anscheinend plumpe Seewalze mittelst ihrer mit Saugballen versehenen Finger im Astwerke der Korallen und Tange von Zweig zu Zweig schwingt. Ganz unübertrefflich sind aber diese häufig wie eine Hand gefingerten Lappen für die Aufnahme der Nahrung. Letztere besteht aus nichts Anderem als dem Schlamm, auf dem die Tiere leben, und die Tentakeln wirken entweder wie Schöpfer, die das frugale Essen in den weit geöffneter

Fig. 62.



Seewalze (Pentacta frondosa) a ausgestreckte, b eingezogene Saugfüßchen, c gefiederte Mundarme.

Schlundsack leeren, oder wie Besen, zwischen deren Reisern, wenn er in den Schlamm getaucht wird, eine Masse Zeug hängen bleibt. Im letzteren Fall ist es aber angezeigt, daß der in den Mund gesteckte Tentakel von den benachbarten abgestreift wird und das Interessanteste ist eben dies, daß bei gewissen Formen dieses unsaubere Geschäft besonders geformten Anhängen übertragen ist.[20])

IV. Kapitel.

Würmer (Vermes).

Wer, wenn von Würmern die Rede ist, lediglich nur die allgemeiner bekannten Vertreter dieser Tierabteilung, wie etwa den Regen- oder den Spulwurm vor Augen hat, wird uns vermutlich gleich von vorneherein mit der Frage ins Wort fallen, ob sich denn überhaupt über die mechanischen Außen-Werkzeuge dieser Geschöpfe irgend etwas Besonderes sagen lasse. Und in der That muß man gestehen, daß der Wurmkörper im allgemeinen außerordentlich arm an solchen Dingen ist, ja daß er sich in der Regel wenigstens eben durch den Mangel besonderer mechanisch wirksamer Anhangsteile auszeichnet. Und wozu bedürfte er auch solcher? Stellt doch, ganz so wie bei den Schlangen und anderen „wurmähnlichen" Wirbeltieren, der Körper als solcher ein Werkzeug dar, das der allerverschiedensten Bewegungen und Verrichtungen fähig ist. So kann sich insbesondere auch ein Wurm durch schlängelnde Biegungen seines Leibes sowohl auf einem esten wie in einem flüssigen Medium fortbewegen. Ferner ist derselbe u. a. auch vielfach im stande sich durch Umwickelung rgend eines Gegenstandes zu fixieren und, wie man dies oft obachtet, den frei bleibenden Körperabschnitt als peitschen- oder entuell als hammerartiges Verteidigungsinstrument zu gebrauchen.

Der Leib der meisten Würmer ist aber jenem der schlangenartigen Tiere in mechanischer Beziehung nicht nur gleichwertig, er übertrifft denselben sogar in einem äußerst wichtigen Punkte. Der Umstand nämlich, daß er nicht gleich jenem der Schlangen von einer festen Axe, der Wirbelsäule, gestützt, sondern völlig weich ist und außerdem, in seinem ganzen Umfang von sehr kräftigen mit der leicht nachgiebigen Haut verwebten Muskeln durchzogen wird, gestattet ihm sich oft in ganz außerordentlichem Grade zusammenzuziehen oder zu verkürzen, und hat wohl jeder schon die Erfahrung gemacht, wie einfach sich auf diese Weise ein Wurm einer ihm drohenden Gefahr zu entziehen weiß.

Trotz aller dieser merkwürdigen mechanischen Fähigkeiten, mit denen der Leib der meisten Würmer ausgestattet ist — Fähigkeiten, die wir nur deshalb wenig zu würdigen pflegen, weil schon der vulgäre Sprachgebrauch den Wurm gewissermaßen als den Auswurf der Tierwelt bezeichnet — besitzen manche dieser Tiere an ihrem scheinbar den höchsten Grad der Einfachheit darbietenden Körper dennoch so vielerlei mechanische Hilfsvorrichtungen oder Nebenteile, daß es uns ein leichtes wäre mit der Darstellung derselben den ganzen Raum dieses Bändchens auszufüllen. Allerdings muß der Leser, um diese Dinge kennen zu lernen, den Kreis seiner Bekanntschaft mit den Würmern etwas weiter ausdehnen, was indes, da viele der für uns interessantesten Formen im Meere oder, als Parasiten, im Innern anderer Organismen leben, mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft ist.

Füllt man ein größeres gläsernes Standgefäß mit dem schlammigen Wasser irgend eines Tümpels, so sieht man darin häufig, sobald es sich geklärt hat, winzige zungenähnliche Gebilde, die, ähnlich den Infusorien, ohne ihre Körperform zu verändern, schwimmend durch das Wasser gleiten. Diese unansehnlichen, meist höchstens ein bis zwei Millimeter langen Geschöpfe sind die Vertreter einer ungemein großen reichver-

zweigten und weit verbreiteten Tierabteilung, die der berühmte Kleintierforscher Ehrenberg aus einem gleich klar werdenden Grunde mit dem Namen Strudelwürmer oder Turbellaria belegte. Wie bereits angedeutet ist das Auffallendste an diesen Wesen, daß sie sich fortzubewegen vermögen, ohne ihren Körper nach Art anderer Würmer in schlangenartige Biegungen zu versetzen. Das Mikroskop löst uns aber sofort dieses Rätsel. Es zeigt uns, daß ihr abgeflachter Körper ringsum mit jenen eigentümlichen haar- oder wimperartigen Rudern, die wir bereits bei den Infusorien näher kennen gelernt haben, bedeckt ist. Diese Wimpern gewähren unseren Tierchen noch den Vorteil, daß sie, wenn sich ihr Besitzer irgendwo vor Anker legt, das Wasser seiner Umgebung in fortwährender „strudelnder" Bewegung erhalten, und ihm zugleich die nötigen Nährmaterialen zuführen Außer ihren Flimmern besitzen aber manche Strudelwürmer noch andere mikroskopische Werkzeuge. Abgesehen nämlich von gewissen allgemein verbreiteten stabförmigen Körperchen, die oft in ungeheurer Anzahl aus den bewimperten Zellen der Oberhaut hervorbrechen und deren Bedeutung noch ziemlich rätselhaft ist, findet man, wie man aus Graffs prächtiger Monographie ersehen kann, bei einzelnen Formen, z. B. bei dem häufig vorkommenden „Kleinmund" (Microstoma lineare) Gebilde, die beinahe auf ein Haar den uns wohlbekannten Nesselorganen der Hohltiere gleichen, und die ohne Zweifel wohl auch hier so gut wie bei einigen Weichtieren, denen sie gleichfalls zukommen, als Fernwaffen verwendet werden.[21])

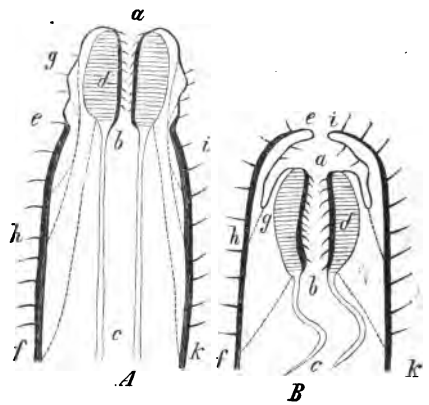
Wer sich nicht die Mühe verdrießen läßt in einem Bach die dort liegenden Kiesel an ihrer Unterseite einer näheren Besichtigung zu unterziehen, der hat Gelegenheit noch mit einer andern Gruppe von Strudelwürmern Bekanntschaft zu machen, die sich vor allem durch eine beträchtliche Größe auszeichnen. Er findet nämlich sicher am Stein klebende, zum Teil wenigstens pfenniggroße Gebilde, die, um an bekannteres anzuknüpfen, kleinen Nacktschnecken nicht unähnlich sind, mit denen

sie insbesondere auch die außerordentliche Weichheit und Kontraktionsfähigkeit des Körpers gemein haben. Bringen wir ein solches Geschöpf in ein Uhrgläschen, so sehen wir, daß es eine ganz flache, also vom gewöhnlichen Wurmtypus abweichende Gestalt annimmt und seine dünn ausgezogenen Seitenteile in krause Falten legt. Das Tier verdient also den Namen „Plattwurm" (Planaria) und wollen wir nur noch hinzufügen, daß man in der Wissenschaft zu den „Plattwürmern" außer den bewimperten oder strudelnden Würmern noch andere Abteilungen, wie z. B. die Band- und Saugwürmer rechnet. Auf die Planarien mache ich aber den Leser deshalb aufmerksam, weil wir an denselben und zwar schon mit freiem Auge ein Werkzeug beobachten können, das durch seine kunstreiche Konstruktion unser besonderes Interesse erregt. Wenn sich unser Plattwurm, was er häufig thut, mit seiner meist glanz blassen Unterseite an die Glaswand des Beobachtungsgefäßes andrückt, so bemerken wir in der Mitte derselben, also weit entfernt von dem durch den Besitz von Augen und Fühlerlappen ausgezeichneten Kopfende eine Spaltöffnung, durch welche von Zeit zu Zeit ein schlauchartiges weißliches Gebilde hervorkommt, das sich zu unserem Erstaunen immer mehr und mehr in die Länge dehnt und das dabei, als wäre es ein Wurm im Wurme, nach allen Seiten herumtastet.

Dies bewegliche Gebilde ist aber nichts anderes als das Werkzeug der Nahrungsaufnahme, das man in dieser besonderen, gestreckten Form als Rüssel bezeichnet, und da diese Bildungen nicht nur hier, sondern auch bei vielen anderen Würmern eine große Rolle spielen, wollen wir uns den allgemeinen Mechanismus derselben mit Hilfe des beigegebenen Schemas Fig. 63 etwas näher ansehen. An der Abbildung B, die indes so gut wie A weniger auf die Planarien als auf gewisse andere Würmer paßt, bezeichnet die dicke Kontur ef, ik den relativ starr zu denkenden Hautschlauch und ei die Mundöffnung des Tieres. Hinter der letzteren, die durch besondere Ringmuskeln völlig ver

schlossen werden kann, kommt man an eine zweite Öffnung a, die in einen dick aufgetriebenen stark muskulösen Teil d und von da weiter in den eigentlichen Darm bc führt. Das erwähnte Organ, das speziell bei manchen Strudelwürmern oft eine kolossale Größe erreicht — es bildet unter Umständen ein Drittel des Körpervolumens — wird seiner meist abgerundeten, tonnen- oder zwiebelartigen Gestalt wegen als Schlundkopf bezeichnet. Abgesehen von seiner innern Auskleidung, die ähnlich der äußeren Körperhaut oft sehr derb und mit allerlei spitzen waffenartigen Fortsätzen versehen ist, besteht dessen ungemein dicke Wandung größtenteils nur aus Muskeln, die teils strahlen-, teils ringförmig angeordnet sind. Beobachtet man einen der eingangs erwähnten kleinen Strudelwürmer unter dem Mikroskop, so wird einem auch die Bedeutung dieser kolossalen Muskelmasse klar. Ähnlich wie das Herz höherer Tiere, das ja auch nichts anderes als ein großer Hohlmuskel ist, macht es fortwährende Schluckbewegungen, die dazu dienen, Wasser und darin suspendierte Nährobjekte von außen aufzunehmen und dann weiter in den Darm zu befördern. Diese merkwürdige Pumpe bleibt aber nicht immer, wie dies z. B. bei den erwähnten kleinen Strudelwürmern, beim Spulwurm u. a. der Fall ist, innerhalb des Körpers, sondern sie kann oft aus der Mundöffnung herausgestülpt werden. Wie unsere Figur zeigt, ist

Fig. 63.



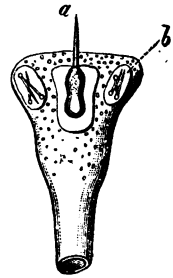
Schema eines Wurmrüssels, A im ausgestülpten, B im eingestülpten Zustand. a Mund, d Schlundkopf, b Darm, ega Schlundkopfscheide, geh Muskeln zum Einstülpen der Scheide, df zum Zurückziehen des Schlundkopfes. Orig.

dies dann möglich, wenn besagter Apparat an einer dünnen faltigen Haut, der sog. Schlundkopf- oder Rüssel-Scheide ega und ia hängt, die am Munde unmittelbar in die äußere Haut übergeht. Um über den betreffenden Mechanismus vollkommen klar zu werden, muß sich der Leser zunächst vorstellen, daß nicht der eingestülpte, sondern der ausgestülpte Zustand des Rüssels, wie wir ihn in Fig. A sehen, der Ruhelage desselben entspricht, oder mit andern Worten, daß die Spannungsverhältnisse der ausgestülpten Schlundkopfscheide solche sind, daß der Schlundkopf, wenn wir ihn gewaltsam nach innen drücken, vermöge der federnden Wirkung seiner aus der Gleichgewichtslage gebrachten Scheide von selbst wieder nach außen hervorspringt. Das Einziehen des Rüssels aber ist besonderen, in unserer Figur durch Punktlinien angedeuteten Muskeln übertragen, die sich zwischen dem Rüssel und der relativ starr zu denkenden Körperhaut ausspannen. Solcher Rückziehmuskeln giebts es aber wieder zweierlei. Solche, die wie df hinten am Schlundkopf selbst angreifen und die mitunter außerordentlich kräftig und lang sind und dann solche, die, wie ge, sich an der Scheide inserieren. Die Wirkung dieser Muskeln führt uns wieder auf die Rüssellage in B zurück. Die erstgenannten Zugstränge ziehen nämlich den Schlundkopf und damit auch den vordern Teil der Scheide nach hinten, während die anderen die Faltung der letzteren bewirken und damit zugleich auch das Einziehen des Schlundkopfes unterstützen. In dieser Lage verhält sich der Rüssel offenbar ganz so wie ein auf der gespannten Sehne eines Bogens ruhender Pfeil, d. h. er schnellt sofort von selbst hervor, sobald die Spannung der Muskeln, die ihn in dieser ihm aufgezwungenen Stellung festhalten, nachläßt und die Zugkraft der federnden Scheide zur Geltung kommt. Noch näher liegt der Vergleich dieses Schnellapparates mit der Zunge der höhern Tiere, welche letztere man geradezu als Ersatz für das hier nicht ausstülpbare Schlundorgan betrachten darf.

Der Leser hat ohne Zweifel davon gehört, daß man in

neuerer Zeit zum Fange größerer Seetiere solche Harpunen verwendet, die wie die Kugeln eines Schießgewehres abgeschossen werden und sich von den letzteren, abgesehen von ihrer besonderen Gestaltung, hauptsächlich nur dadurch unterscheiden, daß sie an einem langen starken Stricke hängen, mit dessen Hilfe das erbeutete Tier herangezogen werden kann. Gewisse als Nemertinen bezeichnete und den Turbellarien nächst verwandte Meerwürmer besitzen nun merkwürdigerweise schon von Natur aus eine zu analogen Zwecken dienende Schleudervorrichtung und wenn der Leser Gelegenheit hätte zu sehen, wie ein solcher oft mehrere Meter langer dabei aber äußerst dünner schnurförmiger Wurm eine Fangleine auswirft, die mitunter fast so lang wie der Körper selbst ist, so würde er sicherlich in Staunen geraten. Mit diesem Schieß-Schleuder-Apparat verhält es aber folgendermaßen. Der Leser denke sich ober dem Munde des Tieres einen langen aber dünnen Schlauch angesetzt, der vorne wo er geschlossen ist, die aus nebenstehender Figur ersichtlichen dolchartigen und ungemein fein zugespitzten Bohrer trägt. Ferner denke er sich, daß sich die Höhlung dieses das Bohrinstrument tragenden Schlauches von dessen Basis am Munde aus noch tief in den Körper hineinerstreckt. Endlich stelle er sich vor, daß nahe am hintern Körperende ein Muskelstrang entspringt, der in den erwähnten über dem Darm liegenden Körperkanal eindringt und sich dann noch weiter bis an die Spitze des vorragenden Schlauches erstreckt. Der Mechanismus unseres sonderbaren Bohrwerkzeuges ist nun leicht zu verstehen. Dasselbe ist eine ganz ähnliche Bildung wie der früher beschriebene Mundrüssel und führt auch in der That diesen Namen. Der ausgestülpte Zustand des Schlauches entspricht auch hier dessen Ruhelage. Zieht sich der erwähnte lange

Fig. 64.



Ende des Bohrrüssels eines Scheurwurmes (Tetrastemma obscurum). a Hauptdolch, b Reservewaffen.

Muskel zusammen, so wird er ganz so wie ein Schneckenfühler mit der Spitze voran zunächst in sich selbst (vgl. Fig. 65) und dann weiter in den erwähnten Körperkanal zurückgezogen und befindet sich hier also abermals in dem Zustand wie ein auf einer gespannten Bogensehne ruhender Pfeil. Das Weitere ist von selbst klar. Im Moment, wo die Zugkraft des außerordentlich stark kontrahierten Muskels nachläßt, schießt der Schlauch aus seiner Scheide hervor und wunderbar ist es nur zu sehen, mit welcher außerordentlichen Geschwindigkeit dies geschieht.

Fig. 65.

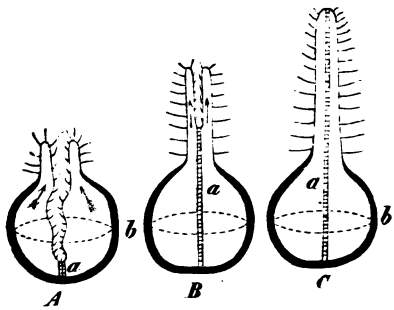
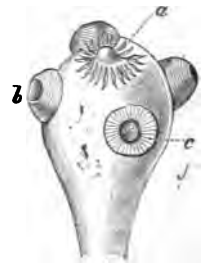


Fig. 66.



Kopf des menschlichen Bandwurmes. (Taenia solium). b, c Saugnäpfe. a Hakenkranz.

Erklärlicher wird dies, wenn man an einem Querschnitt eines solchen Bogenschützen sieht, daß die Scheide, in der der eingezogene Rüssel liegt, selbst aus Muskeln besteht, die, wenn sie sich zuerst hinten zusammenschnüren, den darin ruhenden Schlauch offenbar heraustreiben müssen. Von den künstlichen Harpunen unterscheidet sich aber unser natürlicher Wurfbohrer noch dadurch sehr wesentlich, daß er bloß zum Anspießen nicht aber auch zum Heranziehen der erbeuteten Tiere dient. Dem Schnurwurm ist es nämlich nur darum zu thun, in der Haut der betreffenden Geschöpfe (meist sind es Krebse) ein Loch zu machen, denn ist er einmal so weit, so weiß er sich dank der oft wirklich fabel-

haft großen Schmiegsamkeit seines Körpers leicht in das Innere seines Opfers hineinzustehlen.[23])

* * *

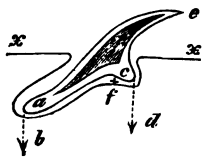
Die mechanischen Außenwerkzeuge dienen bekanntlich bei der Mehrzahl der Tiere dazu, irgend eine Arbeit zu verrichten, sei es nun, daß damit der ganze Körper vorwärts bewegt wird, oder daß zum Zwecke der Nahrungsaufnahme Außengegenstände an letzteren herangebracht werden.

Bei vielen tierischen Geschöpfen, und gerade die Würmer stellen in dieser Hinsicht das größte Kontingent, ist es anders. Im grellen Gegensatz zur arbeitenden Klasse sind sie die Faullenzer, die vom mühsam errungenen Erwerb der erstern zehren und zwar in der Art, daß sie sich entweder auf oder im Körper derselben niederlassen und in verschiedener Weise ihre Nährsäfte sich zueignen. Bei solchen Schmarotzern werden wir nun selbstverständlich vergeblich nach irgend einem Handwerkzeuge suchen, sie besitzen aber dafür mancherlei und man möchte sagen mit wahrer Raffinerie ausstudierte äußere Vorrichtungen, um sich an ihrem Opfer oder „Wirt" festzuhalten.

Als ausgezeichnetes Beispiel zum Studium dieser Fixierungswerkzeuge der Schmarotzerwürmer mag in erster Reihe einer der häufigsten Bandwürmer unseres eigenen Geschlechtes, die Taenia solium dienen. Er besteht, wie man weiß, aus einer oft mehrere Ellen langen Kette von vielen tausenden von Gliedern, die vorne in einen fadendünnen Hals übergeht, welcher letztere dann am Ende eine stärkere Anschwellung, den sog. Kopf (Fig. 66) trägt. Während die lange Gliederkette in den Nährsäften des Darmes badet und dadurch — denn Mund und Darm ist gar nicht vorhanden — die Ernährung besorgt, ist der sogen. Kopf bloß der Träger der den Wurm zwischen den Darmzotten fixierenden Werkzeuge. Letztere sind aber — und das Gleiche gilt von den Haftorganen der anderen parasitischen Würmer — keineswegs etwa ganz besondere oder aparte Gebilde, sondern es finden hier

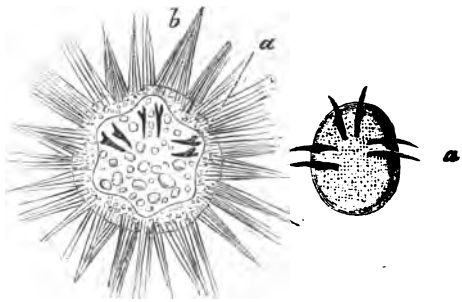
zum Zweck der Anheftung genau wieder dieselben Prinzipien Anwendung, die wir schon von früher, namentlich aber von den Stachelhäutern her kennen. Wir haben es also teils mit harten Hakenwerkzeugen, teils mit weichen Saugvorrichtungen zu thun, und das Interessante ist nur, wie diese zwei Gattungen von Fixierungsinstrumenten bei den verschiedenen inneren und äußeren Schmarotzern dem jeweiligen Bedürfnisse angepaßt sind. Da der Bandwurmkopf, wie bereits erwähnt, zwischen die Darmzotten

Fig. 67.



Haken eines Bandwurmes.

Fig. 68.



68. Embryo eines Vogelbandwurmes (Ligula) nach Willemoes-Suhm. a Haken.
67. ditto vom menschl. Bandwurm.

eindringt, so ist es zunächst hinsichtlich der Saugwerkzeuge offenbar höchst vorteilhaft, daß dieselben äußerlich hervorragen und aus demselben Grund empfiehlt sich auch ihre ringförmige Anordnung. Über ihren Bau brauchen wir sonst nicht viele Worte zu machen. Sie verhalten sich ungefähr so, wie ein hinten geschlossener Schlundkopf und bestehen also ganz wie letzterer, hauptsächlich aus zweierlei Muskeln, aus radiären (c), die die innere Wand nach außen ziehen, also die Höhlung vergrößern und aus ringförmigen (b), welche das Gebilde wieder zusammenschnüren. Eine nähern Erklärung bedürfen aber die fixierenden Hartteile, also die Häkchen, die mit der Spitze nach außen, in Form eines zierlichen Kranzes um den zapfenartig vorragenden und etwas aus- und einzieh-

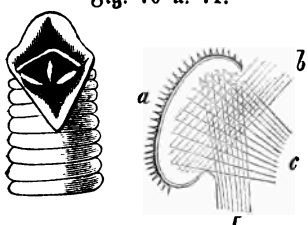
baren Mittelfortsatz (a) angeordnet sind. Das Harte an ihnen, vermöge dessen sie in die Weichteile des Wirtes einzudringen vermögen, ist hier nicht wie z. B. an den analogen Werkzeugen der Stachelhäuter, eine der Mittelschichte angehörige Bildung, sondern ein Überzug über einer papillenartigen Erhebung der äußern Zelllage, und verhält sich ungefähr so, wie etwa die Kralle eines Wirbeltieres, z. B. eines Vogels, die bekanntlich auch aus einer äußeren Erhärtung der Haut hervorgeht. Allein das, was den Bandwurmhaken hart macht ist nicht eine Horn- sondern eine sogen. Chitinbildung. Wenn sich der Leser an die durch starke Kalkeinlagerung in die Chitinschichte ungemein spröde gemachten Scherenteile eines Krebses erinnert, wird es ihn aber nicht befremden, wenn er hört, daß auch die Bandwurmhaken etwas Kalk enthalten. Das Weitere ergiebt sich dann aus vorstehender Abbildung (Fig. 67). xx' ist — wir denken uns einen Schnitt — die Oberfläche des Kopfes, e die vorragende Spitze des Hakens, während a und c dessen in taschenartige Vertiefungen eingepflanzte Wurzeln sind. Stellt sich der Leser dann weiter vor, daß f den Drehpunkt des Hakens vorstellt, während ab und cd an den Wurzeln angreifende Muskeln sind so wird ihm auch klar, daß wir einen zweiarmigen Hebel vor uns haben, der sich nach Belieben nach oben oder unten dirigieren läßt.

Des Kontrastes wegen bringe ich in Fig. 68 und 69 die Abbildung der aus dem Ei kommenden Embryonen zweier Bandwürmer. Diese bewegen sich nämlich frei umher und dem entsprechen auch ihre Werkzeuge. Der Embryo in Fig. 68, von einem in der Ente lebenden Bandwurm, schwimmt anfangs im Wasser und zwar mit Hilfe des aus der Figur ersichtlichen dichten Wimperkleides. Das Merkwürdigste an ihm ist aber, daß er im Innern oder unter seiner Wasser-Ausrüstung drei Paare von spitzen Haken (a) trägt, die sofort in Aktion treten, wenn er in den Darm des ersten Wirtes gerät. Er sieht dann dem Embryo unseres eigenen Bandwurmes (Fig. 69), an dem wir die gleichen drei Hakenpaare bemerken, zum Verwechseln ähnlich. Diese

spitzen Griffel sind aber keineswegs etwa, wie mancher Leser glauben könnte, die ersten Anlagen des Hakenkranzes am ausgebildeten Tier, sondern bloß vorübergehende oder provisorische Werkzeuge, welche dazu dienen dem kleinen Eindringling auf seiner Reise durch die Gewebe der Darmwand und anderer Organe Bahn zu brechen und ihn vorwärts zu hebeln.[24])

Mit Rücksicht auf die verwandtschaftlichen Verhältnisse müßten wir uns nun zu den gleichfalls parasitisch lebenden und an mannigfaltigen Fixierungswerkzeugen sehr reichen Saugwürmern oder Tremadoten wenden; der Leser wird diese aber leichter verstehen, wenn wir zuvor noch kurz der ihm geläufigeren Blutegel gedenken. Diese Schmarotzer fixieren sich bekanntlich mit Hilfe zweier an den entgegengesetzten Körperenden liegender Saugnäpfe, was auch behufs der spannerraupenartigen Fortbewegung eine überaus praktische Einrichtung ist. Die Blutegel besitzen aber auch ausgezeichnete aktive Werkzeuge, nämlich drei im Grunde des Mundsaugnapfes gelegene, mit zahlreichen Zähnchen versehene Kiefer (Fig. 70 und 71), die durch ein kompliziertes System von Muskeln nach Art einer Kreissäge bewegt werden und dazu bestimmt sind, die Haut des befallenen Opfers soweit aufzuritzen, bis das Blut hervorquillt.[25])

Fig. 70 u. 71.

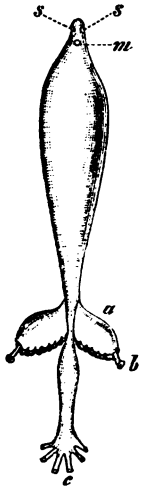


70. Kopf des medizinischen Blutegel.
71. Kiefer desselben mit den Muskeln a, b, c. Nach Leukart.

Um nun auf die Saugwürmer im engern Sinne zu kommen, so gleichen gewisse derselben, nämlich die sogen. Doppellöcher, wohin z. B. der Leberegel gehört, äußerlich dadurch den früher erwähnten Parasiten, daß sie außer einer haftenden Mundscheibe noch einen zweiten Saugnapf besitzen. Letzterer befindet sich aber in der Regel nicht am Hinterende (ein After fehlt unseren Würmern), sondern in der Mitte der Bauchseite, oder, wie gerade beim Leberegel, nicht weit hinter dem Mundsaugnapf. Auch

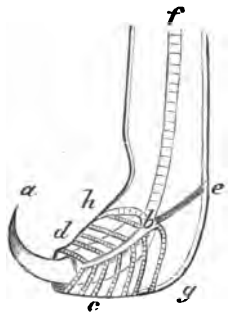
den Trematoden mit zwei Saugnäpfen giebt es aber auch solche mit drei und mit noch mehr solchen Haftorganen. Ein derartiges viellochiges oder polystomes Tier zeigt beistehende Figur 72. Es lebt nicht, wie z. B. der Leberegel, im Innern seines Wirtes, der zur Abwechselung ein Fisch ist, sondern äußerlich und zwar

Fig. 72.



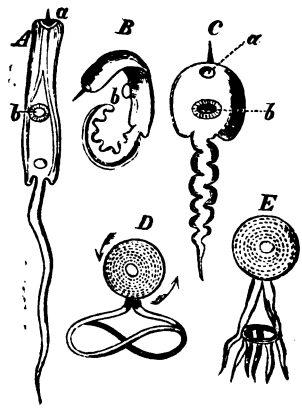
Auf den Kiemen des Merlan schmarotzender Saugwurm (Anthocotyle Merlucii) m Mund, s kleine Kopfsaugnäpfe, a glockenartige Seitenanhänge m. Saugnäpfen (b), c Schwanzsaugnäpfe. 5 mal vergr.

Fig. 73.



Muskelapparat des Hackens von der Haftscheibe eines Saugwurmes (Calicotyle Kroyeri Dies) nach Wierzsiewsky. bd, bc Muskeln zum Hervorstoßen, bd zum Zurückziehen, bh, be zur seitlichen Bewegung des Hackens.

Fig. 74.



Eine geschwänzte Saugwurmlarve (Cercarie) in verschiedenen Stellungen. a Mund, b Bauchsaugnapf. Orig.

n den Kiemen und dieser exponierteren Lage entspricht auch ie weit reichere Ausstattung an diversen Haftwerkzeugen. Nebst en winzigen typischen Saugnäpfchen s, unmittelbar vor dem Munde, besitzt es nämlich hinten ein paar größere glocken- ctige Anhänge, an deren flacher Unterseite gestielte Saug-

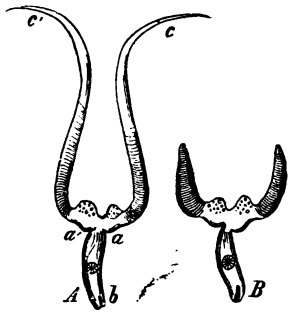
näpfe (b) und Haken liegen und dann schließlich noch einen längeren, abermals mit kleinen fingerartigen Saugvorrichtungen versehenen Schwanzstiel, auf dem es sich wie ein mit der Afterscheibe fixierter Blutegel befestigen und aufrichten kann. Fig. 73 soll dann dem Leser einen Begriff geben, wie kunstvoll der Befestigungsmechanismus dieser Würmer bis ins einzelne durchgeführt ist. Man sieht da den Klammerhaken (ba) eines solchen samt dem zugehörigen komplizierten Bewegungsapparat. Der Haken ist sozusagen mit seiner langen Wurzel db an lauter Muskeln aufgehängt. Am zahlreichsten sind die mit bd bezeichneten Stränge, durch deren vereinte Thätigkeit der Haken hervorgestoßen wird, während ihn das Band bf wieder zurückzieht. Die seitlichen Bewegungen vermitteln die Zugschnüre be, bg und bh, die man sich in verschiedenen Ebenen denken muß.[26])

Gleich den Bandwürmern führen auch die in Rede stehenden Schmarotzer in ihrer Jugend, die sie im Wasser zubringen, ein ganz anderes Leben, ja sie machen meist noch mehr Wandelungen und Wanderungen wie jene durch. Halten wir uns an den berüchtigten Leberegel, so tritt er zunächst in einem Flimmerkleide in die Welt ein. Nach mehrfachen höchst interessanten Umgestaltungen erscheint er zwar endlich in der Form des ausgebildeten Tieres, unterscheidet sich aber von diesem ganz wesentlich durch den Besitz eines langen Ruderschwanzes, der ihm, da er in diesem Zustand abermals im Wasser lebt, sehr zu statten kommt. Eine solche geschwänzte Saugwurmlarve oder Cerkarie nicht größer als ein Mohnkörnchen, habe ich letzten Sommer in Menge in meinem Aquarium entdeckt und eigens für den Leser einige der z. B. höchst sonderbaren Haltungen, die sie einnimmt in Fig. 74 abgezeichnet. A giebt das nette Tierchen im ausgestreckten Zustand und sieht man vorne außer dem Munde (a) einen kleinen Bohrstachel und bei b den Bauchsaugnapf. In B krümmt sich das Geschöpf zu einem Ringe zusammen, wodurch der Bauchnapf noch schöner sichtbar wird. C zeigt ferner, wie die

Cerkarie Leib und Schwanz zusammenzieht, so daß sie ein ganz anderes Gesicht bekommt. Am sonderbarsten nimmt sie sich aber aus, wenn sie sich mit Hilfe der aus D und E ersichtlichen peitschenartigen Bewegungen des Schwanzes wie rasend im Kreise herumdreht, oder in einer eigentümlich gebrochenen Linie vorwärts eilt.[27])

Wenn man ein Wirbeltier sagen wir einen Fisch oder einen Molch fände, der statt eines einzigen Schwanzanhanges deren zwei besäße, so würde ein solcher Fund sicherlich das größte

Fig. 75.



In der Teichmuschel lebende Schwanzlarve (Cercarie) eines im Darm des Hechtes schmarotzenden Saugwurms (Gasterostomum) nach Ziegler. b Mund, a c Schwanzhörner, A im ausgestreckten, B im eingezogenen Zustand.

Fig. 76.

Ein im Darm des Jaguar schmarotzender „Kratzer" (Echinorhynchus campanulatus) Männchen. a mit Widerhaken besetzter Rüssel. b männliches Organ.

Aufsehen erregen. Unter den Würmern, die man sonst vielfach für höchst uninteressant hält, giebt es nun aber in der That ein solches doppelschwänziges Geschöpf, und zwar ist es eine zuerst von Baer in der Teichmuschel entdeckte Cerkarie (Fig. 75). Daß diese zwei Schwänze hat ist aber noch weniger merkwürdig als ie hornartige Form derselben und die Art, wie das mit dem Mund (b) nach abwärts gekehrte Tier sie gebraucht. Diese nhänge werden nämlich nicht peitschenartig hin- und hereschwungen, sondern vielmehr wie schon die Gegenüberstellung on Fig. A und B erraten läßt, wie ein vielteiliges Fernrohr

aus- und eingezogen. Da beim Ausstrecken dieser sonderbarsten aller Schwimmwerkzeuge ein Stoß nach oben ausgeübt wird, so sinkt das Tier, um dann beim Einziehen wieder zu steigen.

Nach Ziegler, der dies monströse Geschöpf näher studiert hat, ist aber doch eine Vorwärtsbewegung möglich und zwar je nachdem das Ein- oder das Ausziehen rascher geschieht, nach der einen oder der andern Richtung.[28])

* * *

Gleich wie bei den Plattwürmern giebt es auch in der als Rundwürmer bezeichneten Gruppe teils ganz freilebende, teils schmarotzende Formen. Von den letzteren fallen durch ihr eigentümliches Haftwerkzeug vor allem die sog. Kratzer auf. Insofern sie weder Mund noch Verdauungsrohr besitzen, sondern sich im Innern des Darmes verschiedener höherer Tiere durch Auffaugung an der ganzen Körperoberfläche ernähren, stimmen sie völlig mit den Bandwürmern überein. Manchen der letzteren gleichen sie aber auch namentlich durch ihren Fixierungsapparat. Es ist dies (Fig. 76) ein verhältnismäßig kleines auf einem Hals sitzenden Knöpfchen (a), an dem ringsum zahlreiche ungemein spitze und leichtbewegliche Widerhaken eingelenkt sind. Während aber der hakentragende Bandwurmkopf unbeweglich ist, kann dieser in eine besondere Scheide zurückgezogen und dann wieder vorgestoßen werden, so daß die Einrichtung an gewisse Bohrmaschinen erinnert. Gegen den Plan unseres Büchleins mache ich den Leser auf den glockenförmigen Anhang am Hinterende bei b aufmerksam, dessen Bedeutung, da er nur den männlichen Tiere zukommt, von selbst einleuchtet.[28])

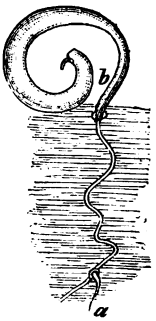
Die übrigen Rundwürmer sind im ganzen außerordentlich arm an mechanischen Werkzeugen und mögen nur ein paar interessantere Einrichtungen vorgeführt werden. Eine solche besitzt zunächst das stark vergrößerte Wesen in Fig. 77, in welchem der Leser wohl kaum die Jugendform des in gewissen Lachen so häufigen darmsaitenartigen „Wasserkalbes“ oder Gordius ver

muten wird. Es trägt vorn einen kurzen Dolch und dahinter zwei mit scharfen Spitzen garnierte Halskrausen, wie man solche unter anderem auch bei gewissen, dem Leberegel nächstverwandten Doppellöchern antrifft. Mit dem Dolch befreit sich unser Tierchen zunächst aus dem Gefängnis der derben Eischale, und bahnt sich dann einen Weg durch die Haut gewisser, im Wasser lebender Insektenlarven, in deren Innerem es dann seine Verwandelung durchmacht. Es erinnert also sehr an die oben erwähnten

Fig. 77.

Bohrlarve des Wasserfaitenwurmes (Gordius aquaticus) stark vergr.

Fig. 78.



Im Zwölffingerdarm des Menschen lebender Peitschenwurm (Trichocephalus dispar) nach Leukart.

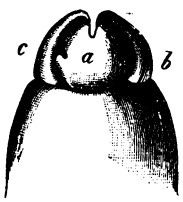
Schnurwürmer, nur daß diese nie so lange in einem der angebohrten Tiere sich aufhalten.[29])

Ungemein lehrreich ist der beistehend (Fig. 78) abgebildete im Zwölffingerdarm des Menschen nicht seltene Peitschenwurm. Er beweist uns nämlich, daß ein Wurm auch ohne besondere Werkzeuge tierische Gewebe durchlöchern kann, denn er besitzt solche in der That nicht und dringt mit seinem Vorderteil dennoch f in die Schleimhaut ein, von wo er seine Nahrung beeht. Die Sache klärt sich damit auf, daß der mit dem äußern Ende aus dem minierten Gang herauszüngelnde Vorderteil s hinten uhrfederartig eingerollten Leibes zu einem dünnen den verschmächtigt ist, der sich, wenn er gesteift und dann

vorgestoßen wird, leicht durch weichere Gewebe durcharbeitet. Nun wird es dem Leser auch verständlich werden, wie die jungen, unserem Peitschenwurm nahe verwandten Trichinen, die, wie ihr griechischer Name besagt, auch einen vorn haarfein zugespitzten Leib haben, die Darmwand durchbohren, ja oft in unzählbaren Scharen den ganzen Körper durchwandern können.

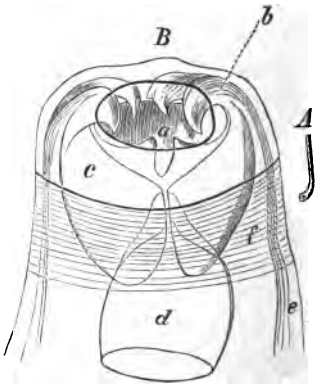
Einige Fadenwürmer zeichnen sich aber auch durch sehr interessante Werkzeuge am Munde aus. Dies ist unter anderem beim Spulwurm der Fall. Derselbe besitzt, wie sich freilich erst bei sorgfältiger Untersuchung herausstellt, vor dem Munde drei

Fig. 79.



Vorderende des Spulwurmes (Ascaris lumbricoides) nach Leukart. a, b, c die drei am Rande feingezähnelten Lippen.

Fig. 80.



Schmarotzerwurm aus dem Zwölffingerdarm d. Menschen. (Ankylostoma duodenale) nach W. Schultheß. A nat. Gr. B Vorderende. a Mund, b Klammerhaken, c Schlundkopf m. kompliziertem Chitingerüst, d Darm.

aus unserer Figur ersichtliche lippenartige Vorsprünge (a, b, c), die zusammen genommen eine ganz analoge Kugelzange bilden, wie wir solche als Greifapparate bei den Stachelhäutern gesehen haben. Diese Ähnlichkeit geht aber noch weiter. Es sind nämlich, wie zuerst Leukart, der alle seine auf dem gleichen schwierigen Gebiet arbeitenden Fachgenossen weit überragende Parasitenforscher entdeckt hat, auch hier die Ränder der drei flachen Zangenschenkel

mit feinen, zum Teil ineinandergreifenden Zähnchen garniert. Anderer Art ist die Mundausrüstung bei dem in Figur 80 A in natürlicher Größe abgebildeten kleinen Würmchen, das bisweilen dem Peitschenwurm unseres Zwölffingerdarmes Gesellschaft leistet. B gibt das Vorderende vergrößert, wobei a die Mundöffnung, c die komplizierte Schlundpumpe und d den Darm bezeichnet. Im Umkreis des Mundes stehen vier kräftige, stark chitinisierte Haken, die zum Zwecke der Befestigung und zugleich zum Aufreißen der inneren Darmhaut wohl kaum praktischer gebaut und situiert sein könnten.

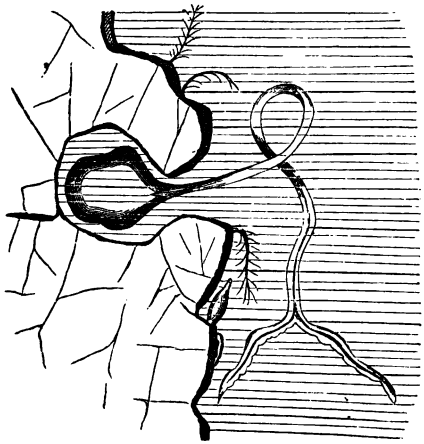
* * *

In den früheren Blättern hat der Leser erfahren, daß sich die Würmer ganz besonders durch allerlei merkwürdige Rüsselbildungen auszeichnen, die ihnen sowohl zum Überraschen und Einfangen der Beute als auch bei manchen anderen Verrichtungen gute Dienste leisten. Ganz besonders entwickelt sind aber diese Werkzeuge bei gewissen, ausschließlich dem Meere angehörigen Formen, die den wenigsagenden Namen Sternwürmer (Gephyreen) führen. Einen ungefähren Begriff eines solchen und zwar einer Bonellia soll Fig. 81 geben; der Leser muß aber vor allem noch wissen, daß das meist in einem Steinloch verborgene Tier viel größer und im Leben intensiv grün gefärbt ist. Wie man sieht, besteht es aus zwei ganz ungleich gestalteten Teilen, nämlich aus einem dünnen peitschenartigen und am Ende in zwei schmale Lappen gespaltenen Vorderteil und aus einem dicken, sackartig angeschwollenen Hinterkörper, der aber kaum weniger biegsam und veränderlich wie der Vorderabschnitt ist. Letzterer ist aber nichts anderes als ein enorm in die Länge gestreckter Rüssel, den das Tier aus seiner Behausung hervorstreckt, um damit wie mit einer Angelschnur die Umgebung abzufischen.

Äußerlich ganz anders sehen jene nicht minder verborgen lebenden Sternwürmer aus, welche mit dem schwer zu übersetzen-

den Namen Phascolosoma getauft wurden. Es sind meist nur ein paar centimeterlange, würstchenartige Körper, die eine Haut wie braunes runzeliges Leder haben. Der Bonellia gleichen sie nur darin, daß auch hier der Leib in einen langen, meist sanft bogenförmig gekrümmten Rüssel übergeht, der aber nicht so scharf abgesetzt ist und der ferner, was ein Hauptunterschied, wie ein Handschuhfinger von der Spitze an eingezogen werden kann. Außerdem ist er sehr steif und häufig mit feilenartigen Rauhig-

Fig. 81.



Ein mit seinem sackartigen Leib in einem Steinloch verborgener Sternwurm. (Bonellia viridis.

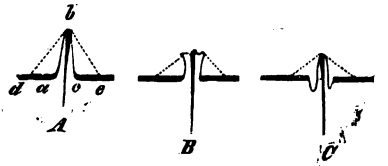
keiten versehen. Dies stellt es außer Zweifel, daß wir es in erster Linie mit einem Bohrwerkzeug zu thun haben.[30])

* * *

Jeder weiß, daß es uns trotz der Hände und Füße und der an an denselben befindlichen Nägel außerordentlich schwer fällt in einem vertikalen Schachte emporzusteigen und daß wir uns daher zu diesem Zwecke mit künstlichen Haken ausrüsten Wenn sich nun der Leser dies vor Augen hält, muß es ihn doch auffallen, daß einer der bekanntesten Würmer, nämlich

der Regenwurm, dessen walziger Leib völlig kahl erscheint, dennoch mit größter Leichtigkeit in seinen bekannten lotrechten Erdgängen auf- und niedersteigt. Eine nähere Untersuchung unseres Kletterwurmes macht die Sache indes bald begreiflich. Bei Zuhilfenahme einer Lupe sehen wir nämlich längs des ganzen Körpers mehrere Reihen kurzer und ziemlich steifer Borsten, die viel spitzer als die feinsten Nähnadeln sind, und nun wird uns auch klar, warum sich der dem unbewaffneten Auge völlig glatt erscheinende Wurm so rauh wie eine feine Feile oder Klette anfühlt. Diese Borsten, nach denen auch die damit

Fig. 82.



Schema zur Erläuterung der Bewegung der Ringelwürmerborsten. d c Hautoberfläche, a, c, b Borstensack, b d, b e Muskeln.

ausgerüsteten Würmer benannt werden, sind aber nicht etwa steife Fortsätze der Haut, sondern wirkliche Bewegungswerkzeuge; wir müssen indes, ehe wir uns den betreffenden Mechanismus betrachten, ein paar Worte über die Lage und Bildung derselben vorausschicken.

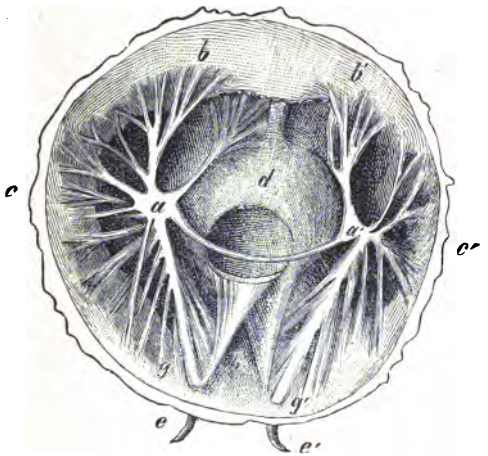
Es wurde schon bei einer frühern Gelegenheit erwähnt, daß bei den meisten Würmern die äußere Zelllage eine mehr oder weniger derbe chitinisierte Schutzhaut absondert. Eine solche findet sich nun auch bei allen Borstenwürmern und die Borsten selbst sind nichts als stärker chitinisierte oder erhärtete Teile dieser Oberhaut. Das Weitere ergiebt sich aus einem Querschnitt, wie ein solcher aber sehr vereinfacht in Fig. 82 A zu sehen. Dort, wo die Borste sitzt, bemerken wir eine sackartige Einsenkung der Zellhaut und in diesem Sacke (a c) wird auch die anfänglich ganz darin eingeschlossene Borste

ausgebildet. Derselbe Querschnitt lehrt uns zugleich den Bewegungsapparat kennen. Er besteht aus zahlreichen in Form eines Kegelmantels angeordneten Muskelfasern (b d, b e), die alle am innern Ende der Borste angreifen und sich im Umkreis der äußern Öffnung des Sackes auf der relativ unnachgiebigen (und daher in unserer Figur dicker gezeichneten) äußern Haut befestigen. Dieser einfache Mechanismus ermöglicht nun die verschiedenartigsten Bewegungen. Zunächst kann durch denselben die Borste weiter hervorgestoßen werden. Es geschieht dies offenbar dann, wenn sich alle Fasern des erwähnten Muskelmantels gleichzeitig und gleich stark zusammenziehen. Dabei ist aber zweierlei möglich. Es wird nämlich (Fig. B) der Sack abgeplattet und nur die Borste allein vorgestoßen oder aber (Fig. C) es stülpt sich mit der letzteren zugleich auch die relativ dünnhäutige Tasche hervor.

Der erwähnte Muskelmantel kann aber auch die verschiedensten Drehungen der Borsten bewirken. So begreift man ohne weiteres, daß die Spitze derselben nach rechts gewendet wird, wenn der Muskel b d durch seine Verkürzung den Schaft oder Kraftarm nach links bewegt und desgleichen, daß die Borste einen Kreis beschreibt, wenn sämtliche Fasern des Muskelmantels nacheinander sich zusammenziehen. Einen deutlicheren Begriff von diesem Apparat, als ihn unser Schema geben kann, erhält man durch den, dem geistvollen Zoologen Spengel entlehnten Querschnitt in Fig. 83, der sich aber nicht auf einen eigentlichen Borstenwurm, sondern auf einen Sternwurm, den Echiurus bezieht. g e und g'e sind die frei hervorragenden Teile der hier auf ein einziges Paar beschränkten, dafür aber sehr starken Borstengebilde; a g und a'g die zugehörigen Schäfte oder Kraftarme, die auch hier in einem länglichen Sacke stecken. Die weißen Stränge, die von letzterem gegen die Haut ausstrahlen, sind lauter Muskeln. Darunter giebt es außer den nach unten gehenden, auch solche, die sich nach oben erstrecken und die offenbar den hervorgestoßenen Stachel wieder zurückziehen.

Sehen wir nun, wie denn durch diese einfachen Hebel der Körper vorwärts bewegt werden kann. Der Vorgang ist leicht zu erklären. Es bedeute im Schema Fig. 84 A die Gerade ef den untern Rand des hier horizontal liegend gedachten Wurmleibes, ferner ba eine Borste und bd einen zugehörigen vordern

Fig. 83.



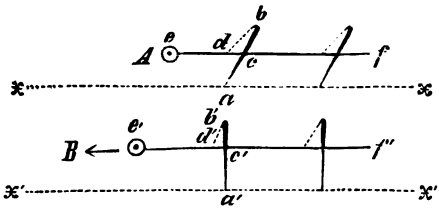
Querschnitt durch den Körper eines Sternwurmes (Echiurus Pallasii) in der Gegend der zwei starken Bauchborsten nach Spengel. ee' Borsten, ag, ac, ab Muskeln zu ihrer Bewegung, d Darm.

Muskel. Wäre die schief nach vorne gestellte Borstenspitze frei, so würde eine Verkürzung des angedeuteten Muskels dieselbe offenbar nach hinten drehen. Denken wir uns nun aber den Wurm auf der Erde, beziehungsweise die Borstenspitze auf der Kriechfläche fixiert, so leuchtet die Folge von selbst ein. Es wird bei dieser Sachlage der ganze Körper um so viel nach vorne gerückt (B), als die Borstenspitze, wenn sie frei wäre, nach hinten zu liegen käme. Vermöge der oben kurz beschriebenen Muskulatur der Borsten kann sich der Wurm aber ebensogut auch nach rückwärts be-

wegen. Er braucht nur seine Hebel nach dieser Richtung zu wenden, d. h. die den oben genannten entgegengesetzten Muskeln in Aktion zu setzen.

Die jetzt kurzbesprochenen Werkzeuge der Regenwürmer geben aber nur einen höchst unvollkommenen Begriff von der mechanischen Ausrüstung des fast unermeßlichen Heeres der das Meer bewohnenden Verwandten, unter denen es Formen giebt, die nicht nur die Länge, sondern auch die Dicke einer Schlange erreichen und von denen manche mit verschiedenartigen Anhängen geradezu überladen sind.

Fig. 84.

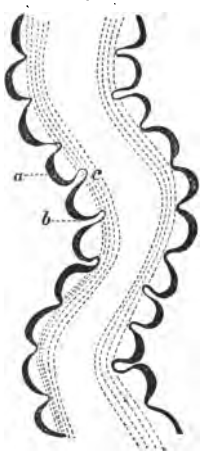


Schema zur Erläuterung der Vorwärtsbewegung eines tierischen Körpers vermittelst zweiarmiger Hebel. xx Bewegungsebene, e Kopf, ef Rumpf, ba Hebel, c Drehpunkt, bd Muskeln derselben.

Ehe wir uns diese Dinge ansehen, müssen wir aber früher noch etwas über den Mechanismus des Stammes sagen. Die an und für sich weiche äußere Zelllage vieler Würmer scheidet, wie schon ein paarmal erwähnt worden, eine Haut aus, die vermöge ihrer chemischen Konstitution eine große Widerstandsfähigkeit besitzt und es liegt auf der Hand, daß eine solche Chitin-Oberhaut ihrem Besitzer u. a. um so mehr Vorteil gewährt, je dicker und härter sie ist. Abgesehen davon nämlich, daß ei[n]e solche rindenartige Bedeckung, wie wir ja auch bei anderen d[ie] häutigen Tieren sehen, ein Schutzmantel oder Panzer ge[gen] äußere Angriffe ist, bietet sie zugleich den für die Bewegung d[es] Tieres dienenden Muskeln, welche sich innen ansetzen, feste Sti[ch]punkte dar und vertritt also die Stelle eines festen inne[ren]

Gerüstes oder Skeletts, wie wir ein solches bei den Wirbeltieren und bei den Stachelhäutern finden. Ein solcher starrer Überzug des Körpers hindert aber andererseits die Beweglichkeit des letzteren und soll diese dennoch erhalten bleiben, so muß unbedingt in anderer Weise entsprechende Fürsorge getroffen sein. Wie dies Problem zu lösen, lehrt uns aber die Wirbelsäule. Wir brauchen einen starren Schlauch nur in mehrere ringförmige Stücke zu zerschneiden und dieselben inwendig durch eine dünne leicht biegsame Zwischenhaut zu verbinden, so behält er seine Dicke und läßt sich doch beliebig hin- und herbiegen. Dies ebenso einfache als praktische Prinzip hat die Natur nun und zwar mit gewohnter Meisterschaft auch bei den Borstenwürmern in Ausführung gebracht, und weil ihr Hautschlauch in zahlreiche Ringe oder Segmente abgeteilt ist, werden sie auch Glieder- oder Ringelwürmer genannt. Die beste Vorstellung von dieser Einrichtung verschafft sich der Leser durch die Betrachtung eines der Länge nach durchschnittenen Stückes eines solchen Wurmes, (Figur 85). Wie man sieht sind die einzelnen dicken Ringe, z. B. a und b durch nach innen vorspringende dünne Hautfalten (c) verbunden. Die Punktlinien deuten dann jene Längsmuskeln der Haut an, die die seitliche Biegung des Körpers bewirken. Deren giebt es wie an der Wirbelsäule zweierlei. Solche, die sich nur von einem Ring zum andern erstrecken und andere, mehr innerlich gelegen, die sich über eine größere Zahl von Ringen ausdehnen.

Fig. 85.

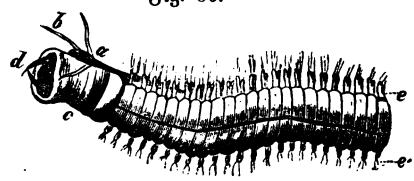


Längsschnitt des Hautmuskelschlauches durch einen Ringelwurm. Die Punktlinien bedeuten die die Ringe gegeneinander bewegenden Längsmuskeln.

Um nun zu unserem eigentlichen Gegenstand zurückzukommen sehe sich der Leser zunächst einen der allerhäufigsten Meer-

ringelwürmer, eine Nereis, in Fig. 86. Im Gegensatz zum Regenwurm bemerkt man da seitlich an jedem der schmalen Leibesabschnitte einen warzenartigen und bei unserer Gattung in zwei Lappen gespaltenen Fortsatz Dieser ist aber nichts anderes als

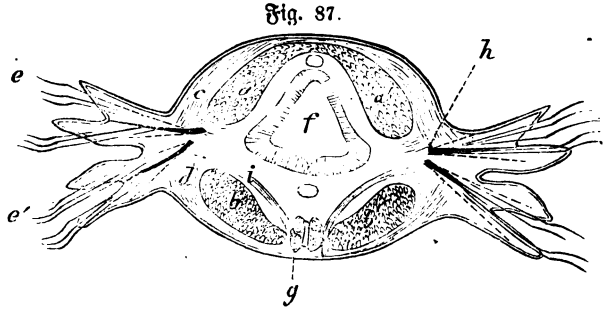
Fig. 86.



Vorderende eines Meerborstenwurmes (Nereis) von der Unterseite. a Kopf mit den Fühlern, c ausgestülpter Schlundkopf mit der Kieferzange (d). e e' borstentragende Seiten-Höcker (Parapodien). Orig.

der Träger der eigentlichen Werkzeuge, das ist der Borsten, die hier nicht einzeln, sondern — was für die ganze Abteilung charakteristisch — in ganzen-Bündeln oder Büscheln aus besagten Stummeln hervorragen. An einem Querschnitt durch unser

Fig. 87.

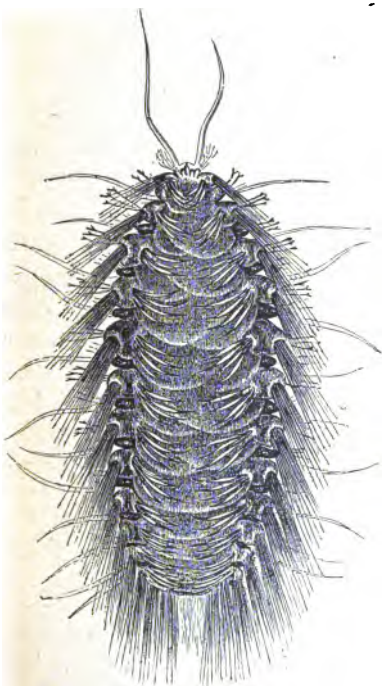


Querschnitt durch den Wurm in Fig. 86. f Darm, g Nervensystem, a a', b b' Längsmuskelzüge, c, d, i Muskeln zur Bewegung der stummelartigen Leibesanhänge. e, e') vorragende, b Stützborsten (aciculae). Orig.

Mustertier (Fig. 87) wird dies und noch manches andere deutlicher. Beiderseits verlängert sich der Stamm in die erwähnten, als Parapodien bezeichneten und hier doppelten Fußstummel, in deren Innerem die Schäfte der Borsten liegen, während die

sensenartig gebogenen Spitzen selbst (e, e') weit hervorragen. In der Mittelaxe eines jeden der vier Bündel sieht man ferner eine stärkere tief im Körper entspringende Borste (h), an die sich die feineren anlegen, weshalb man sie als Stützborste bezeichnet. Nebstdem beachte man noch wenigstens die Hauptteile des Muskelapparates. Weitaus am mächtigsten sind die Längsmuskel, die sich in solche des Rückens (a, a') und des Bauches (b b') sondern. Die mit c, d und i markierten Faserlagen sind solche, die zur Bewegung der Fußstummel und Borsten dienen.

Fig. 88.

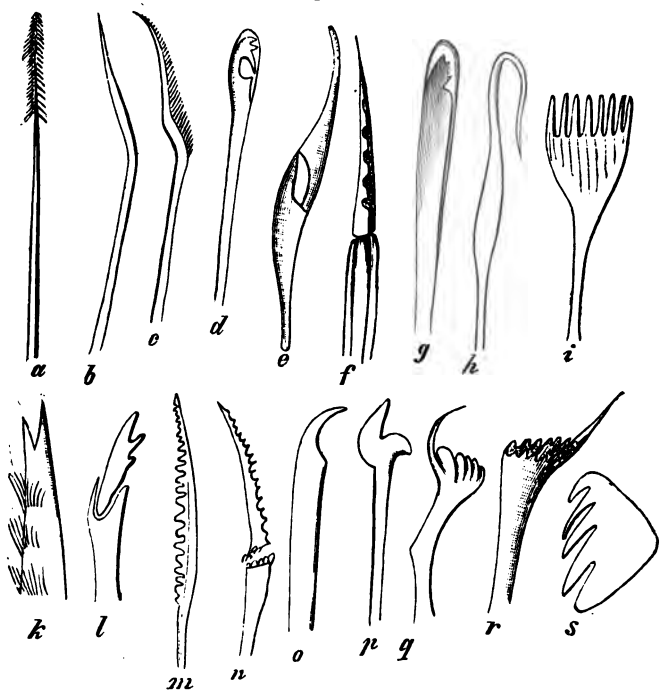


Seeraupe (Hermione hystrix) nach O. Schmidt.

Während unsere Nereis nur an den gewissen Stummeln Borsten und zwar nur solche von einer Art trägt, giebt es zahlreiche Verwandte, deren Körper, wie bei einem Stachelschwein oder einer Bärenraupe, ringsum so dicht mit solchen oft in allen Farben des Regenbogens schillernden Fortsätzen bewaffnet ist, daß man kaum die Haut selbst zu sehen bekommt. Ein derartiges Geschöpf präsentiert sich dem Leser in Fig. 88. Außer den den Rücken bedeckenden flügelartigen Schutzplatten kann man hier schon bei flüchtiger Musterung wenigstens dreierlei Borstenformen, nämlich einfache, gegabelte und stachelförmige unterscheiden. Aber auch dieses sonderbare Geschöpf giebt

uns nur eine schwache Vorstellung von der Mannigfaltigkeit der bei den verschiedenen Meerringelwürmern vorkommenden Borstenformen. Angesichts der unten (Fig. 89) abgebildeten kleinen Musterkollektion darf man ganz ruhig behaupten, daß

Fig. 9.

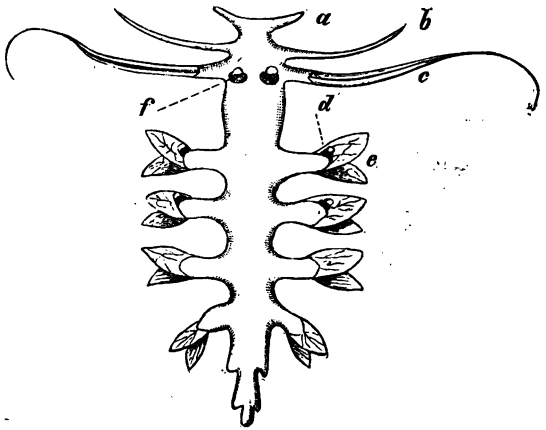


Borsten und andere Chitinanhänge verschiedener Meerringelwürmer. a Praxilla nigrita, Rückenborsten der Hinterruder, b, c Borsten einer Spionide, d einer Lumbriconereis, e Syllis abyssicola, f Leanira hystricis, g Stützнabel von Lumbriconereis, h Diopatra socialis, i D. brevibrachiata (nach Ehlers). k Polyone zonata, l Lycoris funchalensis, m Nephthys agilis, n Eumida notata, o Polydora hamata, p Dodecaceria concharum, q Schwanzhaken von Axiothera cirrifera, r Vermilia polytrema, s Serpula concharum (nach Langerhans, Wurmfauna Madeiras).

man sich kaum ein Stechinstrument ersinnen kann, das nicht bei irgend einem dieser Würmer schon längst in Gebrauch wäre.

Doch wozu, höre ich den Leser fragen, dienen denn eigentlich alle diese sonderbaren und zum Teil geradezu abenteuerlichen Werkzeuge? Sehen wir vom defensiven Charakter dieser Bildungen ab, so kommen dieselben in erster Linie wohl auch hier geradeso wie beim Regenwurm als Stütz- und Kletterorgane in Verwendung, denn der Leser muß wissen, daß sich die meisten Meerringelwürmer bei ihrer Jagd mit Vorliebe in allerlei Schlupf-

Fig. 90.



Junger mit Rudern versehener Ringelwurm (Tomopteris vitrina) aus der Nordsee nach Beydowsky. a Kopflappen, b, c Fühler (Cirren), f Auge, e Kiemenflossen, d (nach Greef) Fett absondernde Drüse.

winkeln, wie sie u. a. auch die Korallengewächse und die Schwämme darbieten, herumtreiben. Den sichersten Beweis hiervon liefern uns jene herrlichen Sabellen der größern Seeaquarien, die in selbstverfertigten vertikal stehenden Röhren leben und darin offenbar mit Hilfe ihrer steifen Borstenbüschel mit einer ans Wunderbare grenzenden Gewandtheit auf- und niedersteigen. Außerdem werden gewisse stark verbreiterte Borsten auch als Schwimmruder benutzt, so z. B. bei der herrlichen Heteronereis, wo diese Anhänge in der hintern Körperhälfte

eine sehr bedeutende Länge erreichen und einen Flossensaum formieren.

Viele Meeresanneliden besitzen aber an ihren Leibesringen außer den Borsten oder an Stelle derselben noch andere Anhänge, und zwar sind dies Werkzeuge, die man als wahre Ruder bezeichnen muß. Solche Ruder statt der Borstenbüschel trägt u. a. der merkwürdige in der Nordsee vorkommende und u. a. von Greef und Beydowski genauer untersuchte Wurm in Fig. 90. Außer in den langen Kopffühlern (c) ist hier am überaus weichen und glasartig durchsichtigen Tier keine Spur einer Borste. Dafür sehen wir aber an den Enden der stark verlängerten Fußhöcker, die sich an unserem noch unausgewachsenen Individuum bloß auf vier Paare beschränken, je zwei blattartige Anhänge, die zugleich als Kiemen und Ruder dienen, eine Verbindung verschiedener Funktionen, die auch anderwärts sehr häufig ist. Im ganzen ähnliche nur meist etwas zerteilte und zwar bald mehr kamm- bald mehr büschelartige Flossenkiemen trifft man dann neben den Borstenbüscheln und zwar auf der Rückenfläche bei einer großen Abteilung der Meeresanneliden an, die deshalb auch Rückenkiemer heißen.

Speziell die marinen Chätopoden zeichnen sich vor allen übrigen Würmern aber nicht nur durch ihre zahlreichen und zum Teil höchst originellen Bewegungsorgane aus, sondern es ist zum Teil auch ihr Mund- oder Fangapparat von höchst interessanter Beschaffenheit. Mit Rücksicht darauf indes, daß uns der wesentlichste Bestandteil derselben, nämlich der häufig auch hier weit vorstülpbare muskulöse Rüssel schon von früher bekannt ist, können wir uns darauf beschränken hinzuzufügen, daß viele Meeresanneliden zum bequemeren Packen und zum Teil wohl auch zum Zerreißen ihrer Beute im Innern des Schlundkopfes ein Paar oder auch mehrere Paare von sehr harten hornartigen Kiefern besitzen, die (vgl. Fig. 86) beim Ausstülpen des Rüssels hervortreten.

* * *

Eine der interessantesten und lehrreichsten Erscheinungen, die einem bei der vergleichenden Betrachtung des Tierreiches entgegentritt, ist die, daß Formen, die dem innern Bau und der Entwickelung kurzum dem ganzen Wesen nach sich als grundverschieden erweisen, vielfach in bezug auf die äußere Ausrüstung einander so ähnlich sind, daß wenigstens bei flüchtigem Vergleich eine Verwechselung leicht vorkommen kann. Auf eine solche Erscheinung habe ich u. a. auch schon bei den Würmern aufmerksam gemacht. Die kleinen stabdärmigen Strudelwürmer besitzen, haben wir gehört, ein ganz ähnliches Flimmerkleid wie die meisten Infusorien, und wurden deshalb früher auch als Verwandte der letzteren angesehen. Dieser Fall von Konvergenz d. i. von äußerer auf gleicher Anpassung an die Umgebung beruhender Ähnlichkeit, ist indes insofern kein besonders auffallender, als ja auch die Larven fast sämtlicher Wirbellosen, mit Ausnahme jener der Gliederfüßler, mit einem solchen infusorienhaften Flimmerkleide versehen sind. Weit merkwürdiger ist jedoch der Fall, den ich dem Leser im folgenden kurz erläutern will.

Fig. 91.

Ein Süßwasser-Rädertier (Microdon clavus Ehb.) nach Grenacher. a äußerer (lokomotorischer), b innerer (nutritiver) Wimperkranz, c Schlundkopf-Kiefer, d stielförmige zeitweilig zum Sichaufrichten dienende Verlängerung.

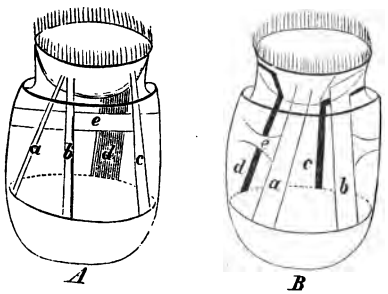
Wer sich an die so überaus zierlichen Glockentierchen erinnert und dann einen Blick auf beistehend (Fig. 91) abgebildetes Geschöpf wirft, das man sich so klein wie das zarteste Pünktchen denken muß, der muß füglich glauben, wir

wollten ihm noch einen Vertreter dieser interessanten Infusoriengruppe vorführen. Abgesehen nämlich von der glocken- oder richtiger präsentiertellerartigen Gestalt, mit der dieses nette im Süßwasser vorkommende Wesen unser Auge entzückt, finden wir ganz wie bei den genannten Infusorien den Rand des Bechers mit einem rädernden Wimperkranz umsäumt, der, ganz wie dort einerseits die Fortbewegung des Tieres und andererseits die Nahrungsaufnahme vermittelt. Und doch ist dies, wie eine genauere Besichtigung des glasartig durchsichtigen Innern lehrt, mit Mund, Darm, After und vielfachen anderen gesonderten Organen ausgestattetes Geschöpf weit davon entfernt ein Urtier, ein Protozoe zu sein, sondern ist ein Mitglied einer besonderen reich- und mannigfaltig entwickelten Gruppe, nämlich der Rädertiere, deren Stellung im System noch ganz unsicher ist und die wir nach dem Vorgange Anderer vorläufig den Würmern anreihen.

Aus der wie schon angedeutet sehr großen Schar von zum Teil höchst sonderbar gestalteten Rädertieren, die aber fast alle von mikroskopischer Kleinheit sind, wählten wir aber gerade die abgebildete Form aus, weil ihr neuestens wieder von Grenacher eingehend studierter Wimperapparat ein besonderes Interesse verdient. Vor längerer Zeit hat der der Wissenschaft leider zu früh entrissene Zoologe Claparède darauf aufmerksam gemacht, daß, wenn die Wimpern des Räderorgans alle nach derselben Seite oder im gleichen Sinne schlagen, wohl eine Fortbewegung erfolgt, aber nicht zugleich auch ein gegen die Mundöffnung gerichteter nahrungzuführender Strudel entsteht, indem letzterer nur dann zustande kommt, wenn die beiden Seitenhälften des Wimperkranzes im entgegengesetzten Sinne sich bewegen. Der Flimmerapparat unseres Tierchens hat nun aber das Besondere, daß er nach dem Prinzip der Arbeitsteilung in zwei verschieden funktionierende Kreise zerlegt ist. Der äußere mit a bezeichnet Kreis besteht aus relativ feinen Wimpern. Schlagen diese gleichzeitig alle nach rückwärts, so wird der Körper,

wie leicht zu begreifen, nach vorwärts getrieben und zwar geschieht dies hier mit ganz erstaunlicher Geschwindigkeit. Dagegen setzt sich der innere Kreis aus sehr langen borstenartigen Wimpern zusammen und erscheint schon äußerlich in zwei separate Hälften oder Wimperbogen geschieden. Diese erzeugen nun den für die Nahrungsaufnahme erforderlichen Wasserstrom. Wie dies aber geschieht kann sich der Leser leicht versinnlichen, wenn er jene eigentümliche Bewegung beider Hände wiederholt, womit man sich zum Zwecke der Abkühlung neue Luft zufächelt.

Fig. 92.



Muskulatur zweier Rädertiere. A Triarthra longiseta Ehg. nach Grenacher. B Brachionus plicatilis Müll. nach K. Möbius. a, b, c, d Längsmuskeln zum Einziehen des Wimperapparats, e Quermuskeln zum Zusammenziehen des Leibes bezw. zum Hervorstülpen des Kopfteiles.

Eine noch zu erwähnende Eigentümlichkeit des Wimperapparates der meisten Rädertiere ist die, daß er samt dem ganzen auch durch Augen- und andere Sinnesorgane ausgezeichneten Kopfteil in den Rumpf zurückgezogen werden kann und sieht man in Fig. 82 und zwar an zwei verschiedenen Formen die zum Teil sehr starken und langen Muskelstränge (a, b, c, d), durch welche diese Einstülpung bewerkstelligt wird. Speziell bei unserer früheren Gattung ist dagegen eine solche Retraktionsmaschinerie nicht vorhanden und ist auch nirgends gesagt, wie das Tier sein so überaus zartes Wimperwerk in Sicherheit bringt.[32])

V. Kapitel.

Weichtiere (Mollusca.)

Hinge das Interesse für die äußere mechanische Ausrüstung der Tiere lediglich nur von der Zahl und von der Mannigfaltigkeit der betreffenden Einzelteile oder Werkzeuge ab, so müßte man wohl sagen, daß dann viele Weichtiere, wozu man vor allem die Schnecken, Muscheln und Kopffüßler rechnet, in dieser Hinsicht eine noch niedrigere Stufe als die Würmer einnehmen würden, denn bei der Mehrzahl derselben findet man in der That nur sehr wenige mechanisch wirksame Stammanhänge und auch diese bieten auf den ersten Blick gerade nicht viel Anziehendes dar. Zu einer ganz andern Auffassung gelangen wir aber, wenn wir die mechanischen Vorrichtungen dieser Tiere einer genaueren Prüfung unterziehen. Die meisten Mollusken können hinsichtlich der Zahl der verschiedenen Werkzeuge allerdings nicht mit den Stachelhäutern, mit den Gliederwürmern oder gar mit den krebsartigen Geschöpfen rivalisieren; die wenigen mechanischen Vorrichtungen, die sie besitzen, sind aber vielfach so eigenartig, so apart und dabei den herrschenden Bedürfnissen so sinnreich angepaßt, daß sie uns, wenn wir uns einmal über das Fremdartige derselben hinweggesetzt haben, mehr ansprechen und vor allem mehr zu denken geben, als die analogen Bildungen vieler anderer Tiere, die zum Teil, wie etwa die Stacheln der Seeigel oder die Füße und Kiefer der Insekten nur darum mehr Aufmerksamkeit erregen, weil sie betreffs ihrer Konstruktion den Werkzeugen unseres eigenen Körpers näher stehen, und darum nach ihrer Bedeutung und Wirkung auch leichter begriffen werden.

Inwieferne das Gesagte gerechtfertigt ist, soll der Leser nun zunächst bei den schneckenartigen Wesen erfahren.

Eine Weinbergschnecke — denn mit dieser wollen wir unsere Betrachtung beginnen — besitzt, wenn wir vom sogen. Liebes-

pfeil und gewissen zugehörigen Dingen wieder absehen, alles in allem nur zwei äußere mechanische Vorrichtungen, nämlich einen in der Regel versteckten Mundapparat und dann das unter dem Namen „Fuß“ bekannte Lokomotionswerkzeug. Da letzteres weit auffallender ist als die meistens gar nicht sichtbare Vorrichtung zur Nahrungsaufnahme, so soll dasselbe auch zuerst an die Reihe kommen.

Bedenken wir, daß z. B. ein Seeigel außer den zahlreichen biegsamen Haftfäden noch hunderte von Stacheln braucht, um vorwärts zu kommen, und daß desgleichen auch gewisse Krebse und verwandte Geschöpfe zu diesem Behufe oft wenigstens ein Dutzend starrer Hebeln in Thätigkeit setzen, so ist es doch, glaube ich, einigermaßen merkwürdig, daß der Schnecke nur ein einziger Fuß verliehen wurde. Noch weit merkwürdiger aber, wie die Einfüßigkeit der Schnecke als solche, ist die ganze Form ihres Lokomotionsorgans und namentlich die Art und Weise, wie sich dasselbe weiter bewegt. Der Leser mag vielleicht lächeln, daß wir von der Sache so viel Aufhebens machen; der Gang der Schnecke oder richtiger der ihres Fußes hat aber in der That etwas Geheimnisvolles an sich. Das Auffallendste ist dies, daß im Gegensatz zu den Füßen anderer Tiere z. B. jener der Krebse oder der Säuger, die bekanntlich, wenn sie im Gange sind, fortwährend die gegenseitige Lage ihrer einzelnen bald im Streck- bald im Beugezustand befindlichen Glieder verändern, der Schneckenfuß anscheinend immer die gleiche Gestalt beibehält, so zwar, als ob er nicht selbst das Bewegende und Treibende, sondern das Bewegte und Getriebene wäre. Und in der That, beobachtet man und zwar am besten durch eine durchsichtige Glasscheibe, auf der man das Tier kriechen läßt, seine Sohle, wie sie langsam aber stetig weiter gleitet, so erinnert sie an einen breitzahnigen Schlitten und man fragt sich unwillkürlich von wo denn die Kraft ausgeht, die dieses sonderbare Fahrzeug vorwärts schiebt. Die auf der Glasscheibe dahin ziehende Sohle einer Weinbergschnecke bietet uns aber noch ein anderes seltenes

Schauspiel dar. Über das blaßgelbe Mittelfeld derselben laufen nämlich, wie dies Fig. 93 einigermaßen versinnlicht, und zwar in ganz gleichen Distanzen voneinander, dunkle Querbänder dahin, die von hinten ausgehen und in gleichmäßigem Tempo nach vorne fortschreiten. Diese einander gewissermaßen jagenden Schattenstreifen, welche man noch schöner an einer unserer großen nackten Waldschnecken beobachtet, erinnern einen sofort an die fortschreitenden Wellen eines durch irgend eine Ursache in Bewegung gesetzten Wasserspiegels und wir haben es auch in der That an der anscheinend ganz ebenen Gleitfläche des sich bewegenden Schneckenfußes mit wellenartigen oder undulierenden Hebungen und Senkungen zu thun, nur daß die Wellenberge so niedrig und die Wellenthäler so seicht sind, daß wir sie, namentlich bei der Betrachtung von der Fläche aus, schwer als solche zu erkennen vermögen.

Fig. 93.

Wellenbewegung auf der Fußsohle der Weinbergschnecke (Helix pomatia) nach Simroth.

Doch kommen wir wieder zu unserer Frage zurück, wie denn die Schneckensohle vorwärts geschoben wird. Ich will die Schwierigkeit, um die es sich da handelt, so gut es sich in kurzem thun läßt, dem Leser möglichst klar zu machen suchen. Denken wir uns einmal, die Längsmuskeln, welche den Schneckenfuß durchziehen, hätten nach vorausgegangener Kontraktion wieder die größte Ausdehnung erreicht, deren sie fähig sind. Unter dieser Voraussetzung ist klar, daß sich das Vorderende der Sohle vermöge dieser Muskeln nicht weiter mehr vorschieben könnte Eine weitere Verlängerung nach vorne wäre unter besagten Umständen nur in dem Fall möglich, wenn durch irgend einen wo immer gelegenen Druckapparat ein Teil der Körperflüssigkeit in die Vorderpartie des Fußes gepreßt würde, denn durch eine solche Injektio

werden ja auch, wie wir wissen, die bekannten Füßchen der Stachelhäuter und die Hohlarme der Nesseltiere über ihre natürliche Länge hinaus ausgedehnt. Eine derartige Verlängerung des Fußes scheint auch in der That nicht nur bei den Schnecken, sondern auch bei anderen mit besonderen aber noch nicht hinlänglich genau studierten Schwellvorrichtungen versehenen Weichtieren, z. B. den Muscheln stattzufinden; aus mehrfachen Gründen, die wir hier nicht näher berühren können, ergiebt sich indes, daß eine solche Schwellung auf keinem Fall die einzige Triebkraft des Schneckenfußes sein kann. Dies hat auch Simroth,[33]) der diese Verhältnisse besonders eingehend untersuchte, erkannt, sah sich aber dadurch sowie durch gewisse andere Erscheinungen veranlaßt, speziell für die Schneckenfußbewegung eine ganz besondere Theorie aufzustellen. Simroth nimmt — das Wesen der Sache ist bald mitgeteilt — an, daß die nach der Länge verlaufenden Muskeln, die das Vorschieben der Sohle bewirken, eine ganz andere Beschaffenheit wie gewöhnliche Muskeln haben sollten. Sie sollten nämlich die Fähigkeit haben, sich vorne durch eine Gerinnung und dadurch bedingte Volumzunahme ihrer Substanz immer weiter und weiter auszudehnen, während sie im selben Maße von hinten wieder kürzer würden.

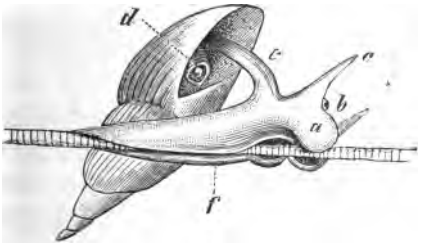
Gehen wir aber von der bereits erwähnten Thatsache der wellenartigen Biegung der sich bewegenden Schneckensohle aus, so läßt sich der Vorgang der Fortbewegung, wie ich glaube, in der That viel einfacher und ungezwungener erklären. Der Leser erinnere sich zunächst an die bekannte Spannerraupen-Lokomotion. Der Körper wird hier, wie man weiß, sobald er seine größte Streckung erreicht hat, mit dem Vorderende — beim Blutegel mittelst eines besonderen Saugnapfes — fixiert und hierauf derart bogenförmig zusammengezogen oder verkürzt, daß das Hinterende dem Vorderende mehr oder weniger genähert wird. Ist dies geschehen, dann befestigt sich das Hinterende, während das vordere, indem die früher kontrahierten Muskeln wieder in ihren Gleichgewichtszustand zurückkehren, weiter

nach vorne ausgreift. Daß nun aber auch am Schneckenfuß, wie überall, einer Verlängerung der Muskelfasern, eine Verkürzung vorhergeht, oder daß dies Werkzeug keine anderen Muskeln hat, als sie der Insekten- oder unser Fuß besitzt, das ergiebt sich am evidentesten aus der Thatsache, daß es ein Paar Wasserschnecken giebt, die mit ihrer vorne und hinten mit einem Griffelfortsatz versehenen Sohle ganz nach der beschriebenen Art einer Spannerraupe vorwärtsschreiten. Wir brauchen uns jetzt nur eine Schneckensohle vorzustellen, die, wie ähnliches ja bei den mehrfüßigen Raupen der Fall, nicht nur mit dem Vorder- und Hinterende, sondern auch mit mehreren dazwischen gelegenen Punkten die Unterlage berührt und uns ferner zu denken, daß die betreffenden Vorsprünge der Reihe nach sich heben und senken oder die Fixierung übernehmen, so kommen wir ganz ungezwungen zu dem Bilde zurück, das uns die Sohle der kriechenden Weinbergschnecke darbietet. Die Sohle dieses Tieres gleitet nicht wie ein Schlitten, sondern sie schreitet mit Hilfe ihrer selbst gebildeten Querriegel vorwärts und der Unterschied im Vergleich zu einer vielfüßigen kriechenden Raupe oder einem verwandten Geschöpf ist wesentlich nur der, daß hier die Füße oder Räder der Sohle, wenn ich die Wellenberge so nennen darf, nicht bleibende sind, sondern sich nur beim Gehen erzeugen und auch hier nicht an einer Stelle beharren, sondern längs der Sohle fort und fort weiter wandern und, vorne angekommen, wieder verschwinden.

Um den Mechanismus des gewöhnlichen söhligen Schneckenfußes richtig zu würdigen, muß man sich denselben aber auch bei irgend einer Wasserschnecke ansehen, wozu sich vor allem die in Aquarien leicht zu haltende Teichhorn- oder Sumpfschnecke (Lymnaea stagnalis) empfiehlt. Fig. 94 zeigt ein solches Geschöpf, wie es über den schmalen Stiel eines Froschlöffelblattes hinkriecht. Die an der Glaswand flach ausgebreitete Sohle krümmt sich hier zu einer den Stengel rings umfassenden Röhre oder Düte zusammen, die sich nun längs ihrer

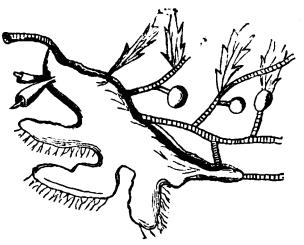
Bahn weiter schiebt und wolle man noch beachten, daß auch die großen Seitenlappen des Kopfes (a) zum Zwecke einer bessern Fixierung wie die Backen einer Klemmzange an den Stengel angedrückt werden. Dieselbe Längsfurchung der Sohle wie an unserer Lymnaea bemerken wir auch an der sonderbaren im Mittelmeer lebenden Nacktschnecke (einer Scyllaea) in Fig. 95, die dadurch befähigt wird, über das feinste Geäste der Tange und anderer Seegewächse hinzukriechen. Während man es aber

Fig. 94.



Teichhornschnecke (Lymnaea stagnalis). a Kopflappen, b Auge, c Fühler, d Öffnung des Lungensackes, e Körperstiel, f Fuß. Original.

Fig. 95.



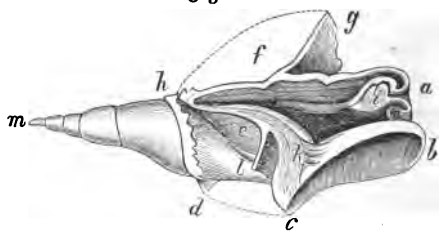
Nacktschnecke (Scyllaea pelagica) aus dem Mittelmeer.

bei der letzteren Form mit einer bleibenden Anpassung zu thun hat, so daß das Tier z. B. schwer an einer ebenen Wand sich halten könnte, ist der Lymnaeafuß ein wahres Universalwerkzeug d. h. ein Organ, das sich den verschiedensten Körperflächen, auf denen es hingleitet, anschmiegen kann. Geht sie jetzt auf dem Stengel gerade aus, so macht sie im nächsten Moment eine wegen der Leichtigkeit und Zierlichkeit des Vorganges geradezu bewundernswerte Drehung um einen rechten Winkel und gleitet nun quer über ihre Schaukelstange. Um es kurz zu sagen, der Schneckenfuß ist das vollkommenste Balancierwerkzeug, das man sich denken kann, und hinsichtlich der Leichtigkeit, mit der sie verschiedene Gegenstände umgreift und festhält, übertrifft sie sogar die Menschenhand.

Eine weitere merkwürdige Eigenschaft des Schneckenfußes ist dann die, daß er, wie jeder wenigstens an der Weinbergschnecke

zu beobachten Gelegenheit hat, den Weg, den er nimmt, durch Absonderung einer zähen Schleimschichte schlüpfrig macht. Trotz alledem bleibt aber die Reibung wegen der großen Berührungs- oder Schubfläche eine sehr bedeutende, und dies erklärt es auch zum Teile, warum trotz des kolossalen Muskels, den der Fuß repräsentiert, die Geschwindigkeit der Fortbewegung relativ so gering ausfällt, indem speziell bei den Landschnecken auf 1 cm Fußlänge per Minute nur eine Wegstrecke von ca. 1 bis 4 cm entfällt. Eine höchst interessante, offenbar auf Verminderung der Reibfläche abzielende Anpassung sieht man u. a.

Fig. 96.



Längsschnitt durch den Kopf und Fuß der Teichhornschnecke. a Mund, i Schlundkopf, b c Fuß, k e Rückziehmuskel des Fußes (bei e seine Anheftung an der Spindel). f g e l Mantel. (Original).

bei der zierlichen Kreismundschnecke (Cyclostoma elegans). Ihr Fuß teilt sich nämlich durch eine Mittelfurche in zwei schmale Längshälften, von denen abwechselnd immer nur eine die Unterlage berührt, während die andere ihren Weg in der Luft beschreibt. Nach M. Edwards verhält es sich ähnlich auch bei einer Meerschnecke, die Phasianella heißt.

Manche von Haus aus zum Kriechen eingerichtete Wasser-Sohlenschnecken sind aber auch einer freilich höchst unbeholfenen Schwimmbewegung fähig, deren Erklärung jedoch einige Vor bemerkungen erfordert.

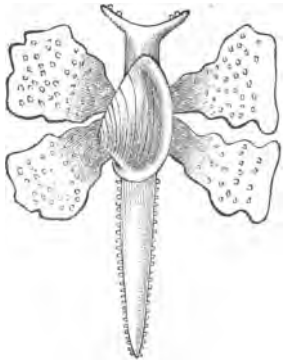
Zunächst wolle sich der Leser an die bekannte Thatsache er innern, daß die Gehäuseschnecken den bei der Fortbewegun außerhalb ihrer natürlichen Festung befindlichen Teil ihr

Körpers nach Belieben wieder einziehen und völlig verbergen können. Dieses Zurückziehen geschieht durch einen starken in Fig. 96 mit k bezeichneten Muskel, der oben im Hinterteil des Fußes (bc) entspringt und sich an der Axe oder Spindel des Gehäuses (e) ansetzt, weshalb er auch Spindel- oder Columellarmuskel heißt. Ist aber, wie beim Kriechen, der Fuß fixiert, so bringt dieser Muskel gerade die entgegengesetzte Wirkung hervor. Wenn man eine ihre Bahn ziehende Teichhornschnecke längere Zeit aufmerksam beobachtet, wird man bemerken, daß der (vgl. obige Figur 94) mittelst eines langen Stieles am kriechenden Vorderleib hängende vom Gehäuse umschlossene Hinterkörper, gewissermaßen wie eine gar nicht zum Tier gehörige fremde Last immer weiter und weiter zurückbleibt und der Verbindungsstiel immer länger wird. Auf einmal aber, wenn die Dehnung des Stieles den höchsten Grad erreicht hat, wird die angehängte Last mit einem plötzlichen Rucke nach vorne gezogen. Dies ist nun eben das Werk des Spindelmuskels, was man auch daran erkennt, daß sich das Gehäuse während des Anziehens zugleich etwas um seine Axe dreht.

Wer die oft genannte Lymnaea, wenn sie sich ganz oben am Wasserspiegel befindet, näher ins Auge faßt, wird an der Mündung des Gehäuses neben dem erwähnten Körperstiel eine zuweilen sehr große Öffnung bemerken, durch die man in einen geräumigen, innerhalb des Gehäuses liegenden Sack sieht. Letzterer ist aber nichts anderes als ein zunächst der Atmung dienendes Luftbehältnis, das das Tier nach Belieben entleeren und wieder füllen kann. Ist es gefüllt, so beträgt das spezifische Gewicht des Tieres beträchtlich weniger als das des Wasser und es darf uns somit gar nicht wunder nehmen, daß die Schnecke wie in Floß an der Oberfläche des Wassers treibt, wobei sie ihren Fuß mit Vorliebe nach oben richtet. Will sie wieder in die Tiefe, so muß sie entweder an irgend einem als Leiter dienenden Gegenstand hinabkriechen, oder aber sie muß ihren Luftsack entleeren

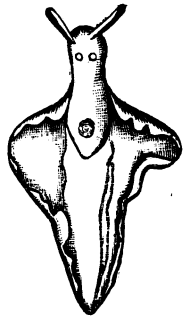
und den Körper einziehen, worauf sie dann wie ein anderer schwerer Gegenstand auf den Boden sinkt. Ihre Luftladung kann aber auch gerade so groß sein, daß sie frei im Wasser schwebt und unter dieser Bedingung sucht sie dann durch verschiedene Biegungen des möglichst flach ausgebreiteten Vorderkörpers weiter zu rudern, wobei sie insbesondere auch die breiten Fühler als Ruder benutzt. Weit merkwürdiger aber als dieser natürliche Schwimmsack ist das Floß, das sich gewisse Schnecken, wie z. B. die im Mittelmeer heimische Janthina, selbst bereiten.

Fig. 97.



Ein Hinterkiemer (Lobiger Philippii Kr.).

Fig. 98.



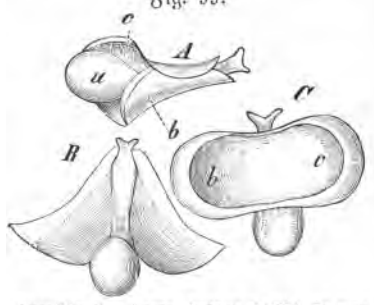
Nackter Hinterkiemer (Elysia Risso) von prachtvoller Färbung.

Selbes befindet sich am Fuß und besteht im wesentlichen aus zahlreichen von Schleim gebildeten bläschenartigen Kammern, die dadurch mit Luft gefüllt werden, daß das Tier während der Absonderung des nachher erhärtenden Schleimes seinen Fuß, so oft ein Bläschen gebildet wird, etwas über das Wasser hebt.

Wer zum erstenmal die Schnecken als Symbol der Langsamkeit hinstellte, hatte sicherlich keine Ahnung davon, daß es im Meere einige Bauchfüßer giebt, die hinsichtlich der Schnelligkeit der Bewegung beinahe mit den geflügelten Insekten

wetteifern. Ein derartiges Geschöpf sieht der Leser zunächst in Fig. 97 und bemerkte er daran nicht, oben auf dem Rücken, die kleine Schale, so würde er es, glaube ich, eher für einen Falter oder für eine Libella, als für ein schneckenartiges Weichtier halten. Die vier flügelartigen Ausbreitungen des Fußes sind aber nichts anderes als Flossen, mit denen das Tier begreiflicherweise sehr rasch vom Flecke kommt. Diese Ruderwerkzeuge sind u. a. noch dadurch höchst merkwürdig, daß sie, wenn man sie abtrennt, sich noch lange selbständig herumschlagen, und, so behauptet man wenigstens, sich sogar gegen eventuelle Angriffe zur Wehr setzen. Ahmt die eben erwähnte Form die vierflügeligen Insekten nach, so haben wir es bei der Elysia in Fig. 98 mit einem zweiflügeligen Wesen zu thun, das, wenn es die breiten Seitenlappen des Fußes auf- und niederschlägt, thatsächlich nach Art eines Falters im Wasser herumgaukelt. Besonders reizend sind aber die Schwimmbewegungen der in unseren heimischen Meeren häufigen Kugelschnecken (Acera). In Fig. 99, welche nach dem Prachtwerke von Möbius über die Fauna der Kielerbucht einige der verschiedenen Stellungen wiedergiebt, die diese Flatterschnecke annimmt, ist a das kugelige zarte Gehäus, während b und c die beiden bald eingerollten, bald weit ausgespannten Flossen sind.

Fig. 99.



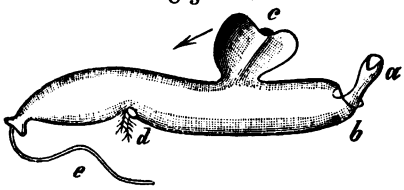
Kugelschnecke (Acera bullata Müll.) in verschiedenen Schwimmstellungen. a Gehäuse, b u. c Fußflossen, nach Möbius.

Ich denke der Leser ist bereits sattsam überzeugt, daß das Lokomotionsorgan der bauchfüßigen Schnecken in seinen fast ins Unendliche gehenden, stets aber den Lebensverhältnissen auf das genaueste angepaßten Wandlungen als breite, als schmale, als gefurchte, als doppelte Sohle, dann ferner als einfaches und

geteiltes Flossenpaar in der That eins der interessantesten Werkzeuge ist.

Obzwar man nun meinen sollte, mit den im Vorstehenden dargestellten Hauptmodifikationen des Bauchfußes hätte seine Wandelbarkeit ihre Grenzen erreicht, so giebt es doch noch eine wesentlich neue Gestaltung desselben, die darin besteht, daß der Fuß anstatt sich, wie bei den meisten Schnecken horizontal auszubreiten, wie der Kiel eines größeren Schiffes von den Seiten her zusammengedrückt ist, weshalb man die betreffenden zum Teil mehr einem Wurm als einer Schnecke gleichenden Geschöpfe, auch Kielflosser (Heteropoden) nennt. Ein derartiges Wesen, und zwar eine Form ohne Schale und mit einem äußerst weichen fast gallertartigen Körper zeigt uns Fig. 100. Daß hier die Fußplatte (c) nicht unten, sondern oben sich befindet, darf den Leser nicht daran zweifeln machen, daß sie trotzdem der Bauchsohle der anderen Gasteropoden entspricht, denn abgesehen von den vielen Rückenschwimmern bei den Insekten und Krebsen, sehen wir ja auch die mehrgenannte Teichhornschnecke häufig den Fuß nach oben kehren. Die Bewegungsweise und Bedeutung dieses Werkzeuges ist aber eine ganz ähnliche wie die der Rückenflosse der Fische und werden wir an letztere auch durch den hier als Steuer fungierenden Schwanzanhang gemahnt. Ganz besonders interessant wird aber dieses Organ noch durch eine andere Einrichtung. Die breite Sohle unserer Landschnecken ist bekanntlich, wie wohl jeder schon oft erfahren hat, nicht nur ein Bewegungs- sondern zugleich auch, wenn sie sich in der Mitte saugnapfartig einzieht, ein ausgezeichnetes Haftwerkzeug, und sei nur noch daran erinnert, daß speziell auch bei den dem Leser sicher bekannte

Fig. 100.



Kielflosser (Pterotrachea mutica) aus Messina. a aufgerichteter Rüssel mit Hakenzähnen, b Auge, d Afteröffnung, e Ruderflosse mit Saugnapf, e Schwanzanhang.

Napfschnecken der schildförmige Fuß, wenn er etwas ausgehöhlt wird, auf der Unterlage so fest sitzt, daß man das Tier nur mit Hilfe eines unter das Gehäuse geschobenen Messers loszutrennen vermag. Mit der Umgestaltung des Fußes in eine vertikale Flosse, wie sie eben die Kielflosser auszeichnet, geht aber offenbar das Haftvermögen desselben verloren. Das Merkwürdigste ist nun eben das, daß sich am Kielflosserfuß als Ersatz für das Verlorene ein besonderes Nebenorgan als Haftwerkzeug entwickele. Bei unserer Pterotrachea ist dasselbe eine saugnapfartige Anschwellung in der Mitte des freien Flossenrandes, bei der allerdings nur als Schema dargestellten Form in Fig. 101 hat sich dagegen der ganze Mittelteil des dreilappigen Fußes zu einer umfangreichen Haftschüssel umgebildet.[34])

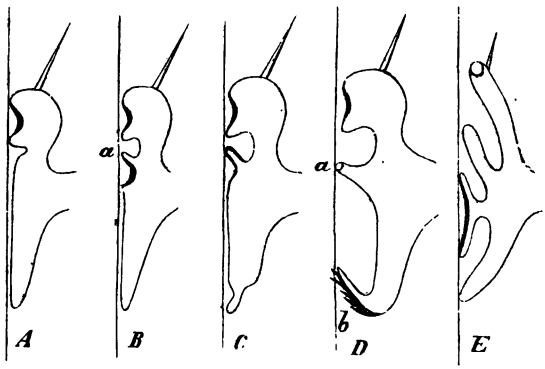
Zum Schlusse müssen wir noch einer andern ganz eigenartigen Fußbildung kurz Erwähnung thun. Es betrifft dieselbe die Flügelschnecke (Strombus). Bei dieser ist der sonst nur zum Verschließen der Gehäusemündung dienende Deckel zu einer Art Springgabel geworden, die mit ihren aus dem Schema D ersichtlichen nach hinten gerichteten Zähnen in der That recht sonderbar aussieht.

* * *

Weit Interessanteres noch wie über den Fuß der Schnecken wäre über den Nahrungsaufnahme- und Verarbeitungsapparat zu berichten, ich habe mich aber über den ersteren so weit verbreitet, daß für die Beschreibung des letzteren leider nur wenig Raum erübrigt. Am besten orientiert sich der Leser zunächst über das Äußere an einer Teichhornschnecke, die auf einer in der Regel mit allerlei Algen- und anderem vegetabilischem Kleinfutter bedeckten Seitenwand eines Aquariums dahin kriecht. Sie drückt dabei die Unterseite des Kopfes an das Glas und zeigt letztere, solange der Mund geschlossen bleibt, die weiter unten aus Fig. 102 A ersichtliche Beschaffenheit. Wie man bemerkt, ist die nächste

Umgebung der nur eine schmale Spalte bildenden Mundöffnung wie ein Saugnapf eingezogen und wird besagter Vorraum in der That auch vielfach zum alleinigen Fixieren des (innerhalb des Wassers ja nicht schwer zu tragenden) Körpers verwendet. Es geschieht dies, wie ich jetzt nachtragen will, namentlich bei jenen Schnecken, die sich nicht schlittenartig, sondern nach Art eines Blutegel durch periodische Zusammenziehung und Wiedervorstreckung des ganzen Fußes bewegen. So bewerkstelligen

Fig. 101.



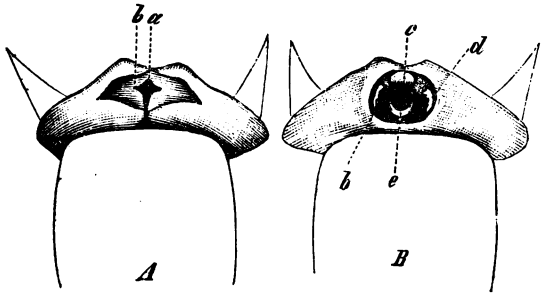
Schematische Darstellung einiger Schneckenfußformen. A gewöhnlicher Typus. Mund kann als Saugnapf wirken, B Notarchus, vorn am Fuß ein Saugnapf a. C Pedipes vorn und hinten am Fuß ein Höcker, D Strombus, der kammartig eingeschlagene Hinterfußteil mit dem gezähnten Deckel dient als Nachschieber. E Kielfüßer (Oxygyrus), dessen Mittelfußteil einen großen Saugnapf bildet.

u. a. die Napf- und Käferschnecken, besonders rasch aber die bekannten Meergattungen Oliva und Ancillaria ihren Ortswechsel, während speciell bei Notarchus noch ein besonderer Saugnapf vorne am Fuß (Fig. 101 B, a) hinzukommt.

Überraschend mindestens für den, der den Vorgang zum erstenmal sieht, ist es, wenn nun der früher geschlossene Mund aufgeht, oder richtiger, denn man hat es mit einer auffallend starken Erweiterung zu thun, aufgesperrt wird. Zunächst wölbt sich die Kreislippe hervor und bildet einen in der Nebenfigur

(B) mit b bezeichneten Ringwall. Was wir von vorne herein an unserem Weichtier aber am wenigsten ahnten, das sind gewisse schon durch ihre dunkle Farbe als solche kenntliche Hartteile, die teils den Eingang des Schlundsackes umstellen, teils aus der Tiefe desselben hervorkommen. Unter den ersteren beachte man zunächst den Oberkiefer (c), ein halbmondförmges stark chitinisiertes Plättchen mit messerscharfem Rande und dann den sog. Greifring, bestehend aus zwei schmalen Seitenstücken (d). Einen

Fig. 102.

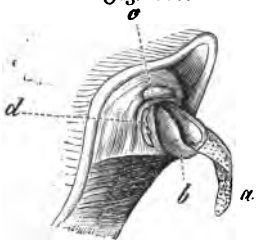


Mundscheibe der Teichhornschnecke. A im geschlossenen, B im geöffneten Zustand. a Mund, b Lippe, c Oberkiefer, d Greifring, e Zunge. (Original.)

tiefern Sitz hat dagegen das am vordern Rande löffelartig ausgehöhlte, gerade unter dem Oberkiefer auftauchende Gebilde (e), die, wie sich zeigen wird, mit Recht berühmte Zunge der Schnecke. Fassen wir den Rand dieser Zunge an einem in ausgekochtem Wasser getöteten Tier, nachdem wir früher, um sie herauszustülpen, den ganzen Kopfteil von hinten her stark zusammengedrückt haben, mit einer scharfen Pincette und ziehen an derselben, so hebt sich von ihr ein dünnes dabei aber auffallend zähes Plättchen (Fig. 103, a) ab, das sowohl die untere freie und konvexe Fläche (b) als auch die obere löffelartige Aushöhlung der Zunge überzieht. Schon beim Befühlen merkt man, daß diese von der zelligen Überkleidung der Zunge ausgeschiedene

chitinisierte Lamelle eine feilenartige Oberfläche besitzt; ihre wahre Natur enthüllt sich uns aber erst unter dem Mikroskop. Da starren uns, wie an einer Hechel, hunderte und hunderte in zierlichen Reihen geordnete, nach einwärts gekrümmte Dornen oder Zähne entgegen und der Leser, dem die Feilzunge gewisser Raubtiere bekannt ist, errät wohl sofort, daß wir es mit einer „Reibeplatte" (Radula) zu thun haben. Nun wird uns auch die Bedeutung der weiteren Bewegung, die wir von außen an der Zunge unserer Musterschnecke beobachten, verständlich. Beim Öffnen des Mundes liegt dieselbe zunächst ganz unten, sie rollt sich dann aber nach oben gegen den Kiefer und kehrt hart unter demselben wieder in den Schlund zurück. Hat die Glastafel, auf der sich die Schnecke befindet, einen grünen Algenbeleg, so bemerkt man auch, daß der Zungenrand, indem er von unten nach oben über letzteren hinfährt, einen Streifen wegwischt oder richtiger wegkratzt, und zwar im wesentlichen ganz genau auf dieselbe Art, wie etwa ein Hund oder eine Katze die aus Nährobjekten bestehende Kruste einer Futterschüssel abscheuert. Unsere Schnecke begnügt sich aber nicht immer mit dem bloßen Ablecken eines Algenanfluges, sondern sie erfaßt mit ihrer Zunge gelegentlich auch größere Objekte und dann erweist sich die früher erwähnte Kieferplatte oben am Mundeingang als ein wichtiges Hilfsorgan. Indem sich nämlich der von den Zähnen der Zungenrolle ergriffene Gegenstand an ihr vorbei nach innen bewegt, wird er entweder zerquetscht oder es wird ein Stück davon abgeschnitten. Besonders stark und schneidig ist daher dieses Hartgebilde bei jenen Tieren, die sich von lebender Beute nähren, und das gleiche gilt von den zwei seitlichen Kiefern, die bei gewissen Raubschnecken wie die Blätter einer Schere gegeneinander wirken

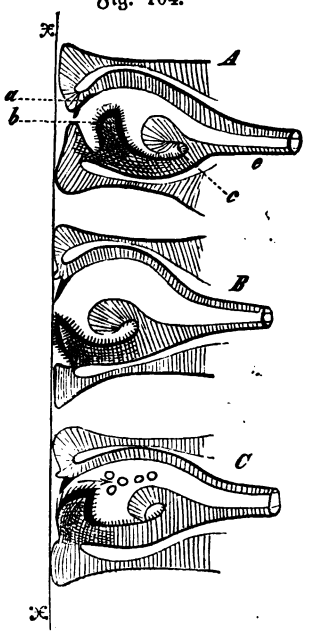
Fig. 103.



Herausgedrückte Mundteile der Teichhornschnecke von der Seite. a abgelöste Reibeplatte, b Zunge, c Oberkiefer, d Greifring. (Original.)

Werfen wir nun auch einen Blick auf den die erwähnten Bewegungen bewirkenden inneren Mechanismus, der sich am besten mit Hilfe von Längs- und Querschnitten verstehen läßt. Im ganzen ist es ein Apparat, der dem uns schon bekannten aus- und einstülpbaren Schlundkopf gewisser Würmer gleicht, nur daß hier noch ein für sich beweglicher besonderer Teil, die von der Unterseite des Schlundkopfes sich erhebende und oft durch eine knorpelartige Verdickung gestützte Zunge hinzu kommt. Näheres ergiebt sich aus den nebenan abgebildeten Längsschnitten. In A sieht man zunächst den Apparat im Ruhezustand, wobei die Lippen geschlossen und die Zunge (b) weit hinten im Schlundsack liegt. B zeigt dann das Organ im ganz entfalteten Zustand, wobei der freie Zungenrand die abzuraspelnde Nährfläche (ss) berührt. Das Vorstoßen des Apparates geschieht aber teils durch Muskeln, die den ganzen Schlundkopf nach vorne ziehen, teils durch solche, die speziell die Zunge nach auswärts rollen. C endlich soll uns die Lage der Zunge versinnlichen, wenn sie unter dem Oberkiefer vorbei sich wieder nach nen dreht, um in den anfänglichen Ruhezustand zurückzukehren. er Pfeil deutet an, daß beim raschen Einwärtsrollen der Zunge, hnlich wie an einer sich schnell drehenden Kreissäge, die ein Brett rchschneidet, kleinere auf ihr liegende Nährkörperchen sofort in n Schlundraum hineingeschleudert werden.[40])

Fig. 104.

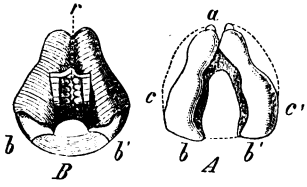


Schematische Darstellung der Mundbewegung einer Schnecke. xx Fläche an die der Mund angelegt wird. a Oberkiefer, b Zunge, c Zungenscheide, e Schlundrohr. (Original.)

Damit der Leser doch auch einen ungefähren Begriff davon erhält, wie überaus praktisch und eigenartig der Mechanismus ist, durch den die Reibeplatte hin- und hergerollt wird, will ich ihm noch kurz nach der lichtvollen Darstellung von Lacaze-Duthiers das betreffende Verhalten beim sogen. Elefantenzahn explizieren.

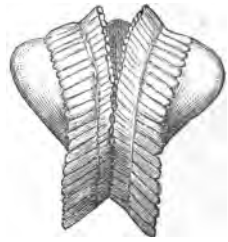
Wie schon oben im Vorbeigehen bemerkt wurde, besitzt die Zunge häufig eine harte knorpelige Einlage. Bei unserer Schnecke zeigt diese die aus Fig. 104 A ersichtliche Form einer Zange,

Fig. 104.



Zungenmechanismus des Elefantenzahns (Dentalium vulgare). A zangenförm. Zungenknorpel für sich. B mit seinen Muskeln und der Reibeplatte r, nach Lacaze-Duthiers.

Fig. 105.

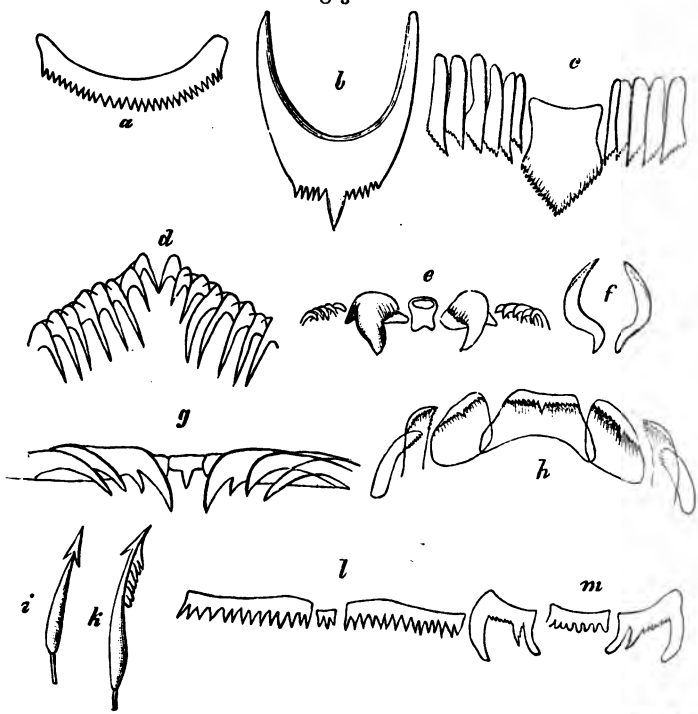


Kettensägeartige Reibeplatte der Fig 104. Stärker vergr.

deren zwei Schenkel um den mit + bezeichneten Punkt sich drehen können. Im engen Binnenraum dieser Zange ist nun die Reibplatte (B, r) eingezwängt und zwar derart, daß sie sich mit ihrem breitern Teil (Fig. 105) nach vorne bewegt, wenn die Zange mehr geschlossen wird, während sie beim Öffnen derselben wieder zurückfedert. Interessant ist aber vor allem der Mechanismus, der die erwähnten Zangenbewegungen bewirkt. Daß der Muskel bb', der sich zwischen den Enden der längeren Hebelarme der Zangenschenkel ausspannt, letztere zusammenzieht, begreift man ohne weiteres; überaus eigentümlich ist aber der Öffnungsmuskel. Derselbe überbrückt etwa nicht einfach, wie die Punktlinien in A dies andeuten, den Drehungspunkt, sonderr

ist, ähnlich wie der Draht eines für elektrische Zwecke benutzten Hufeisenmagneten um die beiden Zangenschenkel herumgewickelt. — Nicht übersehen dürfen wir schließlich, daß beim Herausdrücken der Reibplatte aus dem Zangenloch zugleich die früher nieder-

Fig. 107.



Einzelne Zahnreihen der Reibeplatte verschiedener Schnecken. a von Aeolidia (0-1-0), b von Glaucus hexapt. (0-1-0), c Dendronotus arborescens (10-1-10), d Tornatella (11-0-11), e Cylicha alba 5-1-1-1-5), f Scaphander (1-0-1), g Atlanta (Kielfuß, Raubtiergebiß). h Valvata offic. i Pfeilzahn von Conus textile, k von C. tulipa, l Fasciolaria, m Nassa.

liegenden Zähne aufgerichtet werden, und zwar deshalb, weil die elastische Platte, indem sie über die rollenartige Wölbung der Zange hingeschoben wird, sich naturgemäß auch selbst krümmen muß.

Wenn der Leser einmal eine größere Kollektion von Wirbeltierschädeln gesehen hat, so weiß er, daß die Mannigfaltigkeit der Kieferbezahnung dieser Tiere aller Beschreibung spottet Gäbe es nun aber ein Museum, in welchem die Reibplatten der in die tausende gehenden verschiedenen Arten von Schnecken in entsprechender Größe, etwa in Wachs oder Gips nachgebildet aufgestellt wären, so würde er sich, dessen bin ich sicher, vor Verwunderung über den unerschöpflichen Reichtum an verschiedenen und zum Teil höchst abenteuerlichen Formen, die die Zähne der Reibplatte darbieten, kaum zu fassen vermögen, und wenn wir ihm auf vorstehender Figur 107 einige dieser Schneckenzahnformen vorführen, so bekommt er wohl eine Ahnung aber noch lange keinen Begriff von alle den sonderbaren Schab-, Stech- und Schneideinstrumenten, die im Maul unserer Tiere verborgen sind. Wie ich bemerken muß, ist auf unserer Abbildung von jeder Reibplatte immer nur eine Querreihe oder Zeile von Zähnchen zu sehen. Solcher Zahnquerreihen hat aber z. B. die Raspel von Actinocyclus nicht weniger als 140, was, da jede Reihe aus 44 (zum Teil verschiedenen aber symmetrisch angeordneten) Gliedern besteht, das artige Sümmchen von 6200 Einzelzähnchen giebt.[35])

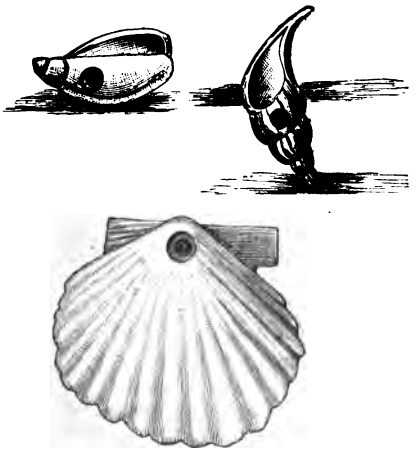
Auf einer der Gallerieen des prächtigen Mittelsaales der von Prof. Möbius aufgestellten zoologischen Sammlung in Kiel — eine der schönsten in Deutschland — findet man einen breiten Pultschrank, in welchem lauter Muschel- und Schneckenschalen liegen, die ein zierlich ausgebohrtes, nach innen sich verengerndes Loch besitzen und habe ich eigens wieder für die Leser meines Büchleins ein paar solcher Objekte in Fig. 108 abgezeichnet, und zwar, wie man wohl errät, aus dem Grunde, weil diese Löcher das Werk von Raubschnecken sind, die auf solche Weise in die stillen Wohnungen von ihresgleichen einbrechen Zugleich stehe hier auch (Fig. 109) das freilich wenig gelungene Konterfei eines derartigen Räubers, in welchem ein Schneckenhäuserfreund sofort die Bischofsmütze erkennen wird. Wie dies

Geschöpf solche Arbeiten fertig bringt, lehrt der zu immenser Länge ausstreckbare Rüssel, aus dessen Endanschwellung das Feilinstrument — nämlich die radula, hervordringt.

* * *

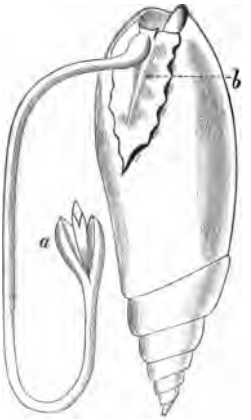
Kommt uns schon, verglichen mit den Einrichtungen höherer Tiere, die mechanische Ausrüstung der bauchfüßigen Schnecken

Fig. 108.



Von Schnecken angebohrte Konchylien aus dem zoolog. Museum in Kiel.

Fig. 109.



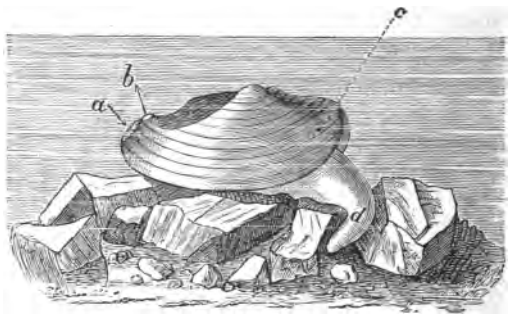
Mitra episcopalis. a Rüssel, b Fuß.

höchst eigentümlich vor, so müssen wir von den ihnen nächst verwandten Mollusken, den Muscheln oder Zweischalern sagen, daß dieselben in dieser Hinsicht noch weit sonderbarer geartet sind.

Dies zeigt sich zunächst schon bei einer ganz äußerlichen und flüchtigen Musterung. Tritt die Schnecke aus ihrem Haus hervor, so bietet uns wenigstens der vorgestreckte Kopf mit seinen Fühlern und dem Mundapparat einen bestimmten Anhaltspunkt zur Vergleichung mit den uns bekannteren Tieren dar. Ganz anders verhält es sich mit den zwischen den Schalen her-

vorgezwängten Leib einer Muschel, wie er sich uns z. B. in Fig. 110 präsentiert. Hier ist auch nicht eine Spur eines Kopfteiles zu erkennen und vermögen wir die Stelle (c), wo der stets innerhalb der Schale bleibende und durch keinerlei Hart-Werkzeuge ausgezeichnete Mund liegt, beziehungsweise also das Vorne des Tieres erst dann zu bestimmen, wenn man uns sagt, daß letzteres in der Richtung der Fußspitze gelegen ist. Befindet sich aber auch die Mundöffnung, d. i. der Anfang des Verdauungsrohres in der angegebenen Lage, so haben wir doch, worauf ich den Leser schon jetzt aufmerksam machen will, die

Fig. 110.



Teichmuschel (Anadonta cygnea). a Zuflußöffnung im Mantel, b Abflußöffnung, c Gegend des Mundes, d Fuß. (Original.)

Öffnung, durch welche die Nahrung samt dem so notwendigen Atemwasser in das Innere des Gehäuses eintritt, ganz wo anders, nämlich hinten bei a in einem länglichen von zarten fransenartigen Tastwärzchen umsäumten Schlitz des den Muschelleib sackartig umgebenden Mantels zu suchen, und ebendort und zwar hart über der Einfuhröffnung liegt auch die Mündung des Auswurfsrohres.

Sehen wir vorläufig von dem wunderbaren, aber dem unbewaffneten Auge verborgen bleibenden Aparate ab, der in so überaus exakter Weise die Ein- und Ausfuhr des Nähr- und Atemwassers besorgt und abstrahieren wir ferner auch

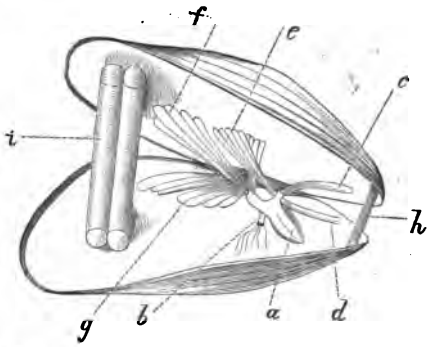
davon, daß, wie sich später zeigen wird, die Festung oder das Gehäuse, welches das Tier umschließt, sonderbarerweise selbst eines der interessantesten Bewegungsinstrumente ist, so bleibt uns zunächst von den äußeren mechanischen Werkzeugen dieser Tiere nur noch der Fuß übrig, und diesen wollen wir auch, da wir hier die meisten Anknüpfungspunkte an uns schon bekannte Einrichtungen haben, in erster Linie ansehen.

Wer in einem geräumigen Aquarium, dessen Boden mit einer hohen Schichte Schlamm und Steinen bedeckt ist, eine unserer großen Teichmuscheln (Fig. 110) beobachtet, dem wird das eigentliche Wesen des Muschelfußes bald klar werden. Während die Schnecke mit ihrer breiten Sohle oberflächlich auf dem Boden dahingleitet, bringt der zum Teil wohl durch Injektion gesteifte Muschelfuß wie eine Pflugschar, der sie auch meist in der Form sehr ähnlich, tief in den Grund ein, so zwar, daß derselbe in der Regel gar nicht zu sehen ist. Erweist sich aber schon der Fuß der Teichmuschel als ein Grabwerkzeug, das mit der hakenartig umgebogenen Spitze selbst größere Steine aus dem Wege räumen kann, so gilt dies in noch höherem Grade von vielen anderen Zweischalern. Eine solche erklärte Grabmuschel ist, um uns vorerst wieder an Näherliegendes zu halten, u. a. die kleine kreisschalige Cyclas, die man in den meisten Sümpfen zu tausenden haben kann. Bringt man solche Muschelchen, die wir auch noch später brauchen, mit ziemlich viel Schlamm in ein Trinkglas, so bietet sich einem, nach erfolgter Klärung des Wassers, ein merkwürdiger Anblick. Die meisten sind nämlich ganz eingegraben und verraten ihre Anwesenheit nur durch zwei zarte durchscheinende Röhrchen, die sog. Siphonen, die sich aus dem Schlamme vertikal nach oben strecken und die nichts anderes sind als den oben erwähnten zwei Öffnungen am Hinterrand der Schale entsprechende Verlängerungen des Mantelsackes. Während aber bei unserer Süßwassergrabmuschel der Ein- und Ausfuhrschlauch kaum so lang wie die Schale ist, strecken sich bei gewissen Meermuscheln,

z. B. bei Mya, die in ein Doppelrohr vereinigten Siphonen um das Mehrfache der Körperlänge aus, und dem entsprechend können sich diese Geschöpfe, ohne zu ersticken, auch weit tiefer einbohren.

Da der Fuß der Teichmuschel unten wie ein Keil oder Beil zugeschärft ist, mag es manchem Leser unbegreiflich vorkommen, wie denn das Tier auf dieser Schneide seinen schweren Körper im Gleichgewicht erhalten kann. Das Rätsel klärt sich auf, wenn wir uns in Fig. 111 die Muskeln ansehen, die ebensogut zur Regierung des Fußes, als, wenn dieser fixiert ist, zum Balanzieren des Gesamtkörpers dienen. Wie man sieht, befestigen sich diese Muskeln (c, e, f, d, g), die man sich an einem halbverfaulten Tiere leicht selbst präparieren kann, sämtlich an den zwei Schalen, und zwar in symmetrischer Weise. Setzen wir nun den Fall, der auf der Kante des fixierten Fußes ruhende Körper drohe nach rechts zu fallen, so stellt eine Zusammenziehung der linken Muskeln sofort wieder das Gleichgewicht her, und wenn die rechts- und linksseitigen Stränge oder Zügel gleich stark angezogen worden, ist ein Schwanken überhaupt nicht möglich. Übrigens müssen wir beifügen, daß die Muscheln, und offenbar um sich der Mühe des Sichaufrechthaltens zu entschlagen, auch häufig auf der Seite liegend vorwärtsrutschen.

Fig. 111.

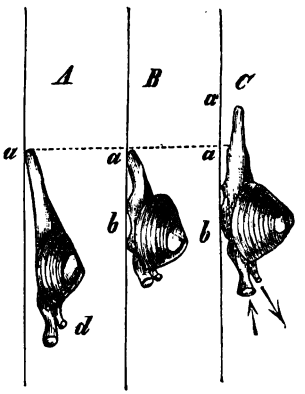


Fuß- und Schalenmuskeln der Miesmuschel (Mytilus edulis). a Fuß, b Spinnfinger, c d vordere, e f g hintere Fuß-Schalenmuskeln, h vordere, i hintere Schalenschließmuskeln.

Da schon von den Hauptmuskeln des Fußes die Rede ist, wolle der Leser an unserer Figur noch auf einiges merken. Fürs erste, daß die Hinterstränge (e, f, g) vielmal stärker als die

vorderen (c, d) sind. Der Grund ist der, daß ja die Hinterstränge es sind, welche den Körper, wenn der Fuß voranschreitet, nachzuschleppen haben, und die andererseits auch wieder, wenn dem letzteren Gefahr droht, denselben in das Gehäuse zurückziehen. An der Muschel, von der unser Präparat stammt, sind aber überhaupt mehr Muskelstränge, als bei einer Teichmuschel. Das betreffende Tier, eine Miesmuschel, besitzt nämlich, gleich einigen anderen Formen, an dem relativ sehr kleinen Fuß ein besonderes hochinteressantes Nebenorgan (b) nämlich den Spinnfinger. Dieser dient dazu, die aus einer besonderen Drüse abgesonderten Spinn- oder Byssusfäden an die gewünschte Haftstelle zu bringen. Jene Muskeln, die wir am Teichmuschelfuß nicht finden, gehören nun eben dem Spinnfinger an.

Fig. 112.

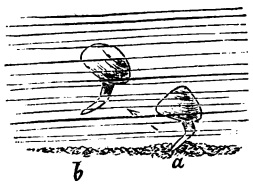


Klettern der kleinen Rundmuschel (Cyclas lacustris). a Fußspitze, b Fußbasis, c Aufnahme- d Entleerungs-Sipho. (Original.)

Der Fuß vieler Muscheln eignet sich aber nicht nur zum einfachen Gehen und zum Graben, sondern er ist vielfach auch ein ausgezeichnetes Kletterwerkzeug. Diese Verwendungsweise können wir an derselben Cyclas beobachten, die wir schon wegen ihres Grabens bewunderten. Hat man viele dieser so leicht zu beschaffenden niedlichen Tiere im Beobachtungsgefäß, so wird man einige finden, die längs der Glaswände aufwärts gehen. Der merkwürdige und in allen seinen Einzelnheiten keineswegs so leicht zu erklärende Vorgang wird einigermaßen durch die von mir nach der Natur aufgenommene Fig. 112 erläutert. A zeigt den Zustand, in welchem der wurmartige Fuß die größte Ausdehnung erreicht hat, und sich mit der Spitze (bei a) an der Wand festhält. Unmittelbar nach dem Eintritt dieses Stadiums

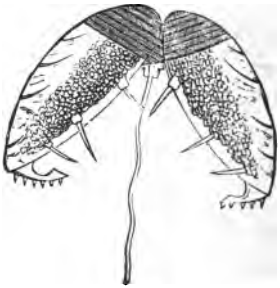
bemerkt man, daß zunächst die beiden Siphonen (c und d) eingezogen werden. Gleich darauf zieht sich aber auch der fixiert bleibende Fuß zusammen, oder richtiger, es wird der Körper mit Hilfe der oben erwähnten Muskelstränge, etwa um die Hälfte des Schalendurchmessers in die Höhe geseilt (B). Ist dies geschehen, dann fixiert sich das Tier mit Hilfe der Basis des zusammengezogenen Fußes (b), während die Spitze losläßt und sich langsam wieder zu verlängern beginnt, indem sie (c) vom

Fig. 113.



Sprungbewegung der Herzmuschel (Cardium edule). Stark verkleinert.

Fig. 114.



Junge Flußmuschel. In der Mitte ein langer als Haftschnur dienender Byssusfaden, oben der Schalenschließmuskel, unten an den Schalenrändern je ein gezähnter Klammerhaken.

früheren Haftpunkt a bis zum höher gelegenen a' emporgeht. Befinden sich im Gefäße Pflanzen mit dünnem Gezweige, so wird unserem Tierchen das Klettern dadurch erleichtert, daß es die ausgestreckte Fußspitze zu einem Haken krümmt, mit dem es sich vor dem Emporseilen des Körpers aufhängt. Bemerken will ich noch, daß die Zeit von einer Zusammenziehung bis zur andern immer ungefähr dieselbe ist, oder daß mit andern Worten das Emporklettern stetig vor sich geht. Während der warmen Jahreszeit dauert jeder einzelne Bewegungs- oder Hubakt bei den größeren Formen 47—50, bei den kleinern dagegen nur 28—30 Sekunden. Da bei den erstern die Hubhöhe ca. 4 mm beträgt, so gelingt es einem solchen Geschöpfe bei entsprechender

Ausdauer in ca. 20 Minuten den obern Rand eines gewöhnlichen Trinkglases zu erreichen.

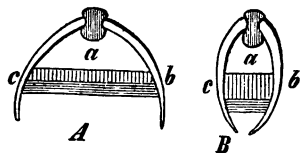
Gleich dem Fuß der Schnecken hat aber auch der der Muscheln noch manche besondere Anpassungen erfahren. Eine der bemerkenswertesten, die ich noch kurz erwähnen will, ist die, welche wir bei der Herzmuschel finden. Wie Fig. 113 a andeutet, ist hier der Fuß knieartig gebogen, aber dabei so eingerichtet, daß er leicht gerade gestreckt werden kann. Stemmt sich nun das Tier mit der Spitze des eingeknickten Fußes gegen den Boden und macht ihn dann mit einem raschen Ruck gerade, so wird es durch den Widerstand, den die Unterlage dem Eindringen in dieselbe entgegensetzt nach oben und vorwärts geschleudert.

In dem aus zwei, einander mehr oder weniger gleichen Teilen bestehenden Gehäuse der Muscheln erblicken die meisten nichts anderes, als was eben der Name andeutet, nämlich eine feste Kapsel, in der sich der weichleibige Besitzer verschließen und allen Angriffen Trotz bieten kann. Eine derartige Auffassung des Muschelgehäuses als einer rein passiven Schutzvorrichtung, wäre aber eine sehr einseitige; denn — und darin liegt der große Vorzug gegenüber dem Schneckenhaus — diese den Körper umschließende Kapsel ist selbst ein Werkzeug, ein aktives, thätiges Organ des Ganzen, das wir uns zunächst als Zange betrachten wollen. Als solche erweist sie sich insbesondere dann, wenn eine Muschel damit das Bein eines vorbei schwimmenden Krebses oder Wasserkäfers ergreift und sich einige Zeit herumkutschieren läßt. Dies, könnte man aber einwenden, ist doch nur eine Art Mißbrauch, den die Muschel von ihrem Gehäuse macht. Daß dem aber wenigstens nicht immer so ist, zeigt uns das junge Tier der Malermuschel, die, wie man in Fig. 114 sieht, am Rande ihrer Schalen besondere Klammerhaken besitzt und zwar zu keinem andern Zweck, als um sich damit an der Haut von Fischen zu befestigen.

Noch deutlicher tritt aber die Werkzeugnatur des Muschel-

gehäuses in einer andern Beziehung zu Tage. Der Leser erinnert sich, daß die Glockenquallen sich dadurch fortbewegen, daß sie aus ihrem stark ausgehöhlten Körper ruckweise das Wasser herausstoßen. Ein ganz analoger hydrostatischer Apparat ist nun auch die Schalenklappe der Muscheln. Viele dieser Tiere, wie z. B. Solen, Mya, Pecten u. s. w. bewegen sich nämlich einfach dadurch, daß sie die Schalen wie Flügel lüften und dann rasch zusammenschlagen. Durch das plötzliche Heraustreiben des Wassers aus der Klappe entstehen Stöße, die das Tier mitunter eine Elle weit fortschleudern, und von manchen dieser Muscheln kann man ebensogut wie von den flügelflossigen Schnecken sagen, daß sie im Wasser fliegen. Interessant ist noch, daß bei jenen, z. B. Tellina, die lange Siphonen haben, letztere als Steuerschwänze dienen.

Fig. 115.

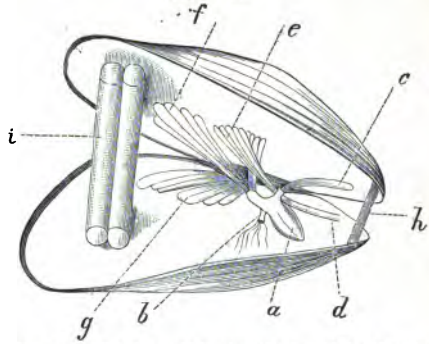


Schema des Schalenschließmechanismus. a elastisches Schloßband, b c der meist aus zwei verschiedenen Strängen zusammengesetzte Schließmuskel, A im schlaffen, B im kontrahierten Zustand.

Doch besehen wir uns nun den Mechanismus dieses merkwürdigen Klappenapparates. Er ist höchst einfach und leichtverständlich. Jeder Leser weiß zunächst, daß die Schalen der toten Muscheln klaffen. Dieses Klaffen ist bedingt durch ein elastisches Band am unter dem Namen Schloß bekannten Scharniergelenk, welches Ligament (vgl. Fig. 115 a) beim Schließen der Schalen zusammengezwängt wird und dann wie eine sehr starke Sprungfeder wirkt. Ich sage ausdrücklich, wie eine „sehr starke" Sprungfeder, weil z. B. nach den noch später zu erwähnenden schönen Untersuchungen von Plateau bei einer Miesmuschel von nur 30 Gramm Gewicht die Elastizität dieses Bandes ein Gewicht von nicht weniger als 1052 Gramm zu überwinden vermag. Nicht minder bekannt ist dann den meisten Lesern, daß das Zusammenziehen oder Schließen der durch das erwähnte Schloßband aus einander gehaltenen Schalen, die wir uns als einarmige im Schloß drehbare Hebel vorzustellen habe

durch Muskeln (Fig. 115 c b) geschieht, die sich in querer Richtung von einer Schale zur andern erstrecken. Solcher Schließmuskeln giebt es entweder nur einen einzigen, und dann befindet er sich, wie z. B. bei der Pilgermuschel oder bei der Auster, in der Mitte des Gehäuses, oder es kommen deren wie bei der Miesmuschel in Fig. 116 zwei vor, wovon der eine (h) am Vorder-, der andere (i) nahe dem Hinterrande sich befindet. In unserer Figur ist der letztere auffallend dicker als der erstere, was offenbar darin seinen Grund hat, daß hier das Schloß näher dem Vorderrande liegt, und der stärkere Muskel also an einem längeren Hebelarme als der schwächere zu ziehen hat. Ganz besonders interessiert uns an diesen Muskeln die außerordentliche Kraft, die sie entfalten, worüber uns speziell die schon oben zitierten Experimente Plateau's wichtige Aufschlüsse geben. Um nur ein einziges Beispiel zu erwähnen, muß man einer kleinen Tellermuschel von ca. nur 2 Gramm Gesamtkörpergewicht an der untern Schale nicht weniger als ca. 1200 Gramm anhängen, um sie von der obern, die beim Versuche an einem Haken aufgehängt wird, loszureißen. Der Umstand, daß die Schließmuskeln der Muscheln Gewichte tragen, die mehr als das hundertfache des Körpergewichtes ausmachen, während wir selbst bekanntlich nur mit Mühe das Zwei- oder Dreifache bewältigen, könnte nicht, wie dies auch vorgekommen ist, die Meinung erwecken, daß die Kraft dieser Muskeln als solche — ich meine die ihrer

Fig. 116.



Fuß- und Schalenmuskeln der Miesmuschel (Mytilus edulis). a Fuß, b Spinnfinger, c d vordere, e f g hintere Fuß-Schalenmuskeln, h vorderer, i hinterer Schalenschließmuskel.

Fasern — weit bedeutender wie bei uns und überhaupt bei den höheren Tieren sei. Dies ist aber, wie Plateau nachgewiesen, keineswegs der Fall. Die kolossale Tragkraft der Schließmuskeln erklärt sich einfach teils durch ihren außerordentlich großen Querschnitt, teils durch die günstigen Hebelvorrichtungen, an denen sie angebracht sind.

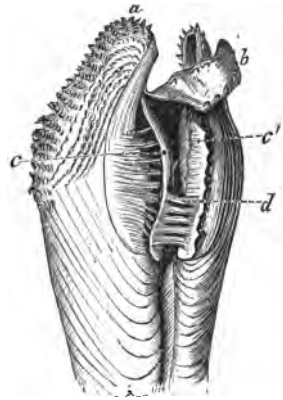
Der Werkzeugcharakter des Muschelgehäuses offenbart sich aber nicht allein dadurch, daß dasselbe vielfach als Zange und Schwimmapparat fungiert, es qualifiziert sich bei einigen dieser Tiere sogar zur Bohrmaschine und zwar unter Anpassungen, die zu merkwürdig sind, als daß wir sie übergehen dürften. Dabei habe ich zunächst nicht die bekannte im Holzwerk der Schiffe und Pfähle minierende Teredo, sondern eine im Stein bohrende Muschel, nämlich die Gattung Pholas im Auge. Indem ich kurz vorausschicke, daß der Fuß dieser Muschel, wie ich mich an Serienschnitten überzeugte, durchaus nicht, wie von mancher Seite behauptet wird, zum Ausfeilen des Kalkgesteines allerdings sehr passend erscheinende Kieselspitzen enthält, muß vor allem daran festgehalten werden, daß, wie bereits angedeutet, unter allen Umständen das Gehäuse dieser interessanten Muschel als Bohrwerkzeug verwendet wird, sei es nun, daß dasselbe einzig und allein die im ganzen außerordentlich langsam fortschreitende Aushöhlung bewirkt, oder daß es bloß zum Abscheuern der früher durch irgend welche chemische Einflüsse mürbe gemachten Seitenwände dient. Daß dem so sei, ergiebt sich zunächst schon aus dem Umstande, daß, wie man in Fig. 117 und 118 erkennt, ausschließlich nur die vorderen schabeisenartig gestalteten Ränder der Schalen, die der Bohrstelle zugekehrt sind starke an die Rillen einer Holzraspel erinnernde Fortsätze tragen, während die übrigen Partieen des Gehäuses ziemlich glatt erscheinen. Die Schalenklappe der Pholas besitzt aber noch eine ganz besondere mechanische Vorrichtung, die sie zum Bohren geschickt macht und diese wollte ich dem Leser vor allem klar machen. Betrachtet man das Pholasgehäuse von der Rückseite

(Fig. 117), so fällt einem zunächst der starke Buckel in der Gegend der sogen. Wirbel auf und zwar umsomehr, als derselbe von zwei separaten, dachflügelartig gegeneinander geneigten dünnen Schälchen (b) bedeckt wird. Entfernt man letztere so sieht man einen zarten Hautlappen, (Fig. 118b) der nichts anderes ist als ein kapuzenartig über die Hauptschalen zurückgeschlagenes Stück des die letzteren innen bekleidenden Mantels, und dieser Mantelteil ist es auch, der die erwähnten Wirbelschälchen absondert.

Fig. 117.

Kleines Exemplar einer Bohrmuschel (Pholas). a vorderer Schalenrand, b sekundäre Wirbelschälchen, e unpaares Rückenschalenstück, d die in ein Doppelrohr vereinigten Siphonen. (Original.)

Fig. 118.

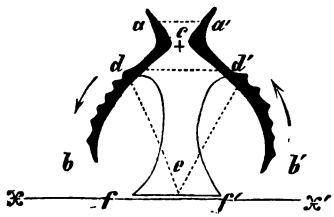


Vordere und obere Partie eines großen Exemplars nach Entfernung der Wirbelschälchen. b abgehobener Mantellappen, c c' kammartige Erhebungen der Schalen, d Muskeln zwischen denselben, zum größeren Teile entfernt. (Original.)

Die uns hier interessierende merkwürdige Vorrichtung liegt aber unter diesem Mantellappen, und die gewissen Schälchen stellen nur einen Schutzapparat für dieselbe vor. Das Nähere ergiebt sich aus dem in Fig. 118 abgebildeten Präparat. Man beachte zunächst die tiefe Rinne, welche sich in der Schloßgegend zwischen beiden Hauptschalen hinzieht und dann den hohen kammförmigen Aufsatz (c c'), der sich auf jeder Seite erhebt. Das Allerinteressanteste am Ganzen sind aber die

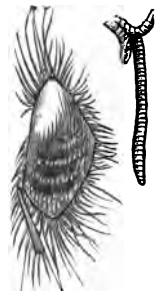
Muskeln (d), welche sich brückenartig zwischen diesen Schalenfortsätzen ausspannen und den größten Teil der Rinne erfüllen. Was nun die Bedeutung dieser anderen Muscheln ganz fehlenden Einrichtung betrifft, so ist dieselbe leicht zu erkennen. Hält man sich vor Augen, daß der erwähnte Muskel oberhalb der Drehaxe der Schalen liegt, so ist klar, daß eine Zusammenziehung desselben die letzteren voneinander entfernen oder das Gehäuse öffnen muß, und daß die beiden obern Ansatzplatten also den Handgriffen einer Zange entsprechen. Man sieht, daß dieser Mechanismus dem ähnlich ist, den wir bei den Seesternen zum

Fig. 119.



Schematischer Querschnitt durch eine Bohrmuschel (Pholas) zur Erläuterung der zum Öffnen, Schließen und Drehen des Gehäuses dienenden Maschinerie. Orig.

Fig. 119a.



Lima tenera. Nat Gr. Daneben ein vergrößerter Ruderfaden.

Erweitern und Schließen der Armfurche kennen lernten. Daß aber unser Tier die Fähigkeit hat, seine Schalen nicht nur wie andere Muscheln willkürlich zu schließen, sondern sie auch willkürlich auseinander zu spreizen, ist deshalb wichtig, weil ja die Schalen eben durch die letztere Bewegung an die abzuraspelnde Wand des Bohrloches angedrückt werden. Das Schema in Fig. 119 soll dem Leser zunächst den erwähnten Öffnungs-Mechanismus noch klarer vor Augen führen und ihm außerdem nahe legen, wie diese merkwürdige Doppelzange zugleich als wirkliches Bohrinstrument dienen kann. c ist der Drehpunkt der beiden Zangenschenkel, ca u. ca' sind die kürzeren, c b u. c b' die längeren

Hebelarme. Die Punktlinie a a' bedeutet dann den Muskel, der die Schalen öffnet, d d' jenen, der sie zusammenzieht. Um dann die rotierende Bewegung des ganzen Gehäuses zu verstehen, muß man sich zunächst vorstellen, daß die Muschel mit ihrem Fuß (f f) an einer Stelle der Bohrlochwand fixiert ist. Die Hin- und Herdrehung des Gehäuses geschieht dann durch die Muskeln (e d und e d'), die sich vom Fuß gegen beide Schalen erstrecken, und zwar derart, daß das Gehäuse sich nach links bewegt, wenn der linke Muskel sich kontrahiert und umgekehrt nach rechts, wenn die Zusammenziehung auf dieser Seite erfolgt.

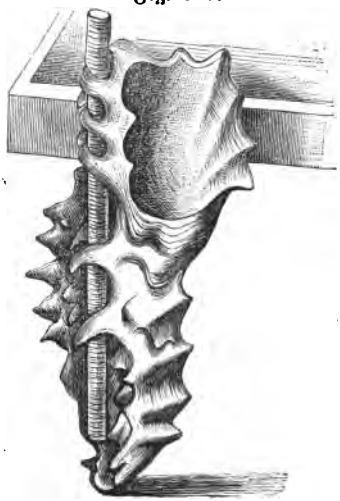
Eine mechanische Haupteigentümlichkeit der Schnecken und Muscheln ist bekanntlich die, daß sie zur Ortsbewegung nur ein einziges Werkzeug, den Fuß, haben, zu dem nur bei manchen der letztgenannten Tiere noch die Schalenklappe hinzukommt. Es giebt aber auch Muscheln mit sehr zahlreichen Bewegungsorganen. Dahin gehört das in Fig. 119 abgebildete Tier, das durch seine vielen beweglichen Anhänge beinahe an ein Infusor erinnert, nur daß die betreffenden zwischen den Schalen hervorgestreckten Fäden ungleich größer sind. Diese Fäden sind aber nichts anderes als fransenartige Verlängerungen des Mantelsaumes. Das Interessante daran ist aber, daß sie ähnlich den bekannten Infusorien- und Larvenflimmern lebhafte Schwingungen ausführen und das Tier dadurch vorwärts treiben.

In dem an verschiedenen Schätzen so überaus reichen zoologischen Museum in Kiel, von dem schon einmal die Rede war, fand ich unter andern merkwürdigen Objekten auch die in Fig. 120 abgebildete Austernschale. Dieselbe fiel mir dadurch auf, daß sie mit mehreren Paaren hakig gebogener Fortsätze, nen federkieldicken Stengel umfaßt. Diese symmetrisch anordneten Klammern gehören nun allerdings nicht in die Kategorie der eigentlichen mechanischen Werkzeuge, sie geben uns aber nen guten Begriff davon, wie nicht nur an den Weichkörn, sondern auch an gehäuseartigen und an und für

sich toten Ausscheidungen der Tiere besondere Haftvorrichtungen entstehen und sich weiter ausbilden können.

Eingangs unserer Besprechung der Muscheltierwerkzeuge war im Vorbeigehen davon die Rede, daß diese in so mancher Hinsicht sonderbar konstruierten Wesen keine eigentlichen Organe zur Nahrungsaufnahme besitzen, daß ihrer Mundöffnung aber beständig von hinten her neues Nähr- und Atemwasser zugeleitet wird, und ich will nun zum Schlusse über diese Einrichtung noch ein paar erläuternde Worte hinzufügen. Da man beim Öffnen irgend einer Muschel außer dem die Leibesmitte einnehmenden Fuß und den demselben seitlich anliegenden und symmetrisch verteilten Kiemen- und Mantelblättern keine weiteren mit freiem Auge sichtbaren Anhänge wahrnimmt, so errät der Leser, wenn er sich an früher Gesagtes erinnert, wohl von selbst, daß wir es wieder mit einem aus mikroskopisch feinen, schwingenden Härchen, sogen. Flimmern zusammengesetzten Mechanismus zu thun haben, der übrigens auch den Körper der jungen Schnecken und Muscheln bewegt, ehe dieselben noch das eigentliche definitive Bewegungsorgan, nämlich den Fuß erlangen. Der Flimmerapparat der ausgebildeten Muscheln hat der Leser aber in den blattförmigen Kiemen zu suchen, die für die Muschel so bezeichnend sind. Diese Kiemenblätter bestehen aus tausenden und tausenden je nach den einzelnen Gattungen verschieden, im allgemeinen aber immer netzartig angeordneten Röhrche

Fig. 120.



Schalen einer Auster (Ostrea rubella Lmk.) mit rankenartigen Haftfortsätzen. Aus dem zoolog. Museum in Kiel.

und an letzteren sind eben die uns interessierenden kleinen Bewegungsorgane angebracht. Indem nun diese je nach den verschiedenen Regionen, in denen sie liegen, teils nach einwärts, teils nach auswärts schwingen — und zwar geschieht dies ganz unabhängig vom Willen des Tieres — entsteht im umgebenden Wasser jene merkwürdige Doppelströmung, von der oben die Rede war, die dem Tiere ununterbrochen, Tag und Nacht, immer neues Nährmaterial vor die Mundöffnung bringt. Wie der Leser sieht, ist also der Apparat im ganzen ein ähnlicher wie bei den Infusorien und den Rädertieren, nur ist derselbe viel komplizierter, indem wir hier nicht bloß ein Rad, sondern wie in der kunstvollsten Uhr oder Mühle ein großes Getriebe von Rädern schwirren sehen.[30])

* * *

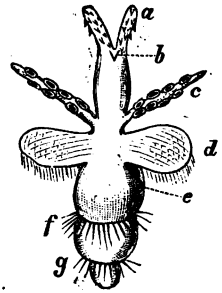
Der Leser erinnert sich noch, daß gewisse bauchfüßige Schnecken statt der Kriechsohle ein Paar oder auch zwei Paare flügelartiger Flossen besitzen, womit sie sehr gewandt im Wasser umher rudern. Es giebt aber auch eine besondere Abteilung von Weichtieren, bei denen das, was bei den Bauchfüßern nur Ausnahme ist, die Regel bildet, indem sämtliche im übrigen zum Teil sehr weit voneinander abweichende Mitglieder dieser Gruppe mittelst zweier ruderartiger Werkzeuge sich bewegen, deshalb und auch Ruderschnecken, Flügel- oder Flossenfüßer (Pteropoden) heißen. Ein solches Geschöpf sieht man zunächst in Fig. 121, das ohne weitere Erklärung verständlich sein dürfte, und bezüglich dessen wir nur beifügen, daß es zu jenen stellenweise massenhaft vorkommenden kleinen Ruderschnecken gehört, die dem Walfisch zur Nahrung dienen. — Eine andere Form ist die in Fig. 122. Sie zeichnet sich für ein Weichtier durch ungewöhnlich vielerlei äußere Werkzeuge aus. Abgesehen vom Flossenpaar (d) und zwei, namentlich für die Drehbewegungen wichtigen Wimperkreisen (f, g), wovon der untere allerdings nur dem jungen Tier zukommt, hat sie noch zweierlei Arten

von Greif- und Haftorganen. Zunächst stehen vorne am Mund (b) ein paar handschuhfingerartig ausstülpbare, mit Widerhaken besetzte Anhänge, die sich zum Anbohren weicherer Beuteobjekte eignen. Ein besonderes Interesse erwecken aber die am Grunde des Kopfteils befindlichen zwei längeren Fortsätze und zwar durch ihre zahlreichen schüsselartigen Saugwerkzeuge, die ohne Zweifel auch das Ergreifen und Festhalten größerer Beuteobjekte ermöglichen.

Fig. 121.

Eine Ruderschnecke (Cleodora lanceolata) hinten das löcherartige durchsichtige Chitingehäuse, vorne die zwei flügelartigen Flossen.

Fig. 122.



Ältere Larve einer Ruderschnecke (Pneumodermon) aus dem Mittelmeer. b Mund, a Haftrüssel, c Arme mit Saugnäpfen, d Flossen, e After, f, g Wimperreife.

Diese Ruderschnecke führte ich aber dem Leser hauptsächlich deshalb vor Augen, weil sie wenigstens durch ihre Saugarme den Übergang zu einer andern, bezüglich ihrer Werkzeuge für uns besonders interessanten großen Gruppe von Weichtieren, nämlich zu den tintenfischartigen Geschöpfen, oder den Kopffüßlern (Cephalopoden) vermittelt.

Nachstehende Figur (Fig. 123) soll dem Leser zunächst zeigen, daß diese Geschöpfe den Namen Kopffüßler mit vollem Rechte führen. Die betreffenden acht oder zehn Anhänge sind indes keineswegs bloße Füße, sondern vielmehr Universalwerkzeuge im vollsten Umfange dieses Wortes. Wer sich der Abbildung eines Papierbootes erinnert (S. 165), wie es in seinem sonderbaren Fahrzeug mit Hilfe der langen ausgestreckten Kopfanhänge, von denen die zwei

hinteren in breite abgerundete Platten umgewandelt sind, auf dem Wasser dahin rudert, der weiß zunächst, daß dieselben auch ausgezeichnete Flossen oder wenigstens Steuerruder vorstellen. Hat der Leser Gelegenheit eine größeres Aquarium, in welchem solche Tiere zwischen künstlichen Felsen oder Klippen gehalten werden, zu besichtigen, so wird er ferner zu seiner nicht geringen Überraschung erfahren, daß dieselben Kopfanhänge ganz unübertreffliche Kletterwerkzeuge sind. Ein solcher Tintenfisch braucht nur einen seiner Fortsätze in die Höhe zu strecken und einige

Fig. 123.

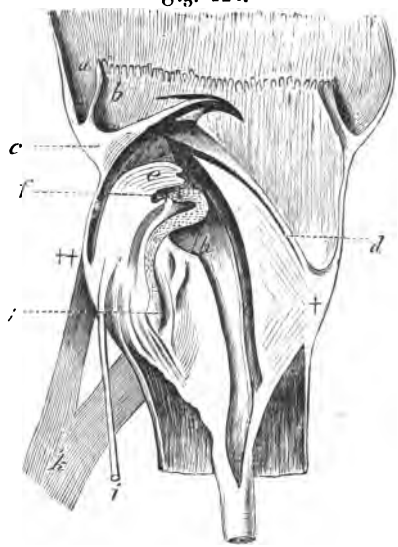
Achtarmiger Tintenfisch (Octopus vulgaris) mit Hilfe seiner Arme auf dem Kopf stehend.

seiner großen Saugnäpfe an einen Stein anzudrücken, so hängt er so fest, wie an einem eisernen Haken, und es bedarf dann nur einer plötzlichen Zusammenziehung der den betreffenden Fortsatz in dicken Bündeln durchziehenden Muskeln, so wird das ganze Tier an diesem natürlichen Seil emporgehoben.

So zweckmäßig sich aber auch die in Rede stehenden Anhänge für die verschiedensten Arten der Ortsbewegung erweisen, handelt es sich hierbei doch mehr um Neben- oder Hilfsleistungen, denn in erster Linie sind diese Organe, wie schon ihre Aufstellung rings um die Mundöffnung ergiebt, Arme oder Fangwerkzeuge, und der Leser, der in der Lage ist, ein solches Tintenfischöpf im völlig frischen Zustand zu beobachten, der wird

sich bald überzeugen, daß man sich zum Umstricken und Heranziehen größerer Beutetiere obsolut keine praktischeren Instrumente denken kann, und daß im Vergleich zu diesen selbst der Rollrüssel eines Elefanten oder der Wickelschwanz eines Affen nur ein sehr unvollkommenes Werkzeug ist.

Fig. 124.

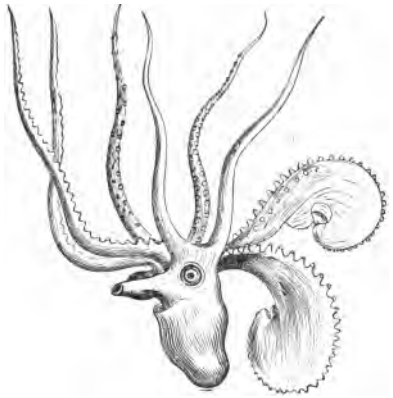


Längsdurchschnitt durch den Schlundkopf von Sepia officinalis. a Vormund, b Kreislippe, c Oberkiefer, d Unterkiefer, f Zunge, e Geschmacksorgan, g Zungenscheide, i Ausführungsgang der Speicheldrüse, k Rückziehmuskel des ganzen Schlundkopfes. Nach Keferstein.

Da schon von den Fanggeräten der Kopffüßler die Rede ist, wollen wir gleich auch einen, wenn auch nur ganz flüchtigen Blick auf ihre inneren Mundwerkzeuge werfen. Dieselben harmonieren vollkommen mit dem ganzen Raubtiercharakter dieser Geschöpfe und machen es uns erklärlich, daß von ihnen selbst die härtesten Objekte, wie dickhäusige große Schnecken und wohl umpanzerte Krebse zermalmt werden. Die Konstruktion der betreffenden Zerkleinerungsmaschine ist im wesentlichen die gleiche, die wir bei den Schnecken kennen lernten Öffnen wir, wie es an dem in Fig. 124 dargestellten Präparat geschehen ist, die wulstige Kreislippe (b), so stoßen wir auf zwei mächtige an der stark chitinisierten Spitze schwarz erscheinende Kiefer (c und d), die durch kräftige Muskeln um die mit + u. ++ bezeichneten Punkte ein- und auswärts gedreht werden. Diese Kiefer erinnern im ganzen an den Schnabel eines Raubvogels und können auch in bezug auf ihre Wirksamkeit ganz gut den Ver-

gleich mit einem solchen aushalten. Unterhalb dieses bei größeren Formen wahrhaft furchtbar aussehenden Schneideapparates erhebt sich dann, ganz ähnlich wie bei den Schnecken, eine mit einer feilenartigen Platte überzogene Zunge (f), die die weitere Zerkleinerung der durch die Kiefer abgetrennten gröberen Stücke bewerkstelligt. Bemerkenswert ist u. a. noch der starke Muskel k, der dazu bestimmt ist, den ganzen, sehr umfangreichen Schlundkopf nach innen zu ziehen.

Fig. 125.



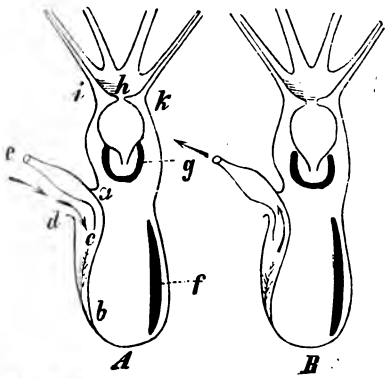
Aus der Schale herausgenommenes Tier des Papierbootes (Argonauta Argo).

Wenn ich eingangs dieses Kapitels sagte, daß die Weichtiere zwar nicht vielerlei, aber zum Teil höchst eigentümliche mechanische Vorrichtungen besäßen, so dachte ich hierbei vor allem auch an einen bei den Kopffüßlern vorkommenden sonderbaren Mechanismus, dessen Erläuterung ich auf zuletzt ließ. Der Leser hat oben gehört, daß gewisse Muscheln dadurch sich fortbewegen, daß sie ihre Schalenklappe beziehungsweise den Leibesmantel weit öffnen und dann das darin aufgenommene Wasser durch rasches Schließen wieder ausstoßen. Ähnliches geschieht nun auch bei den Kopffüßlern, nur ist der betreffende hydrostatische Apparat hier noch mit einem besonderen, seine Leistung bedeutend vervollkommnenden Hilfsmechanismus versehen.

Am Tier der Argonauta in Fig. 125 bemerkt der Leser auf der linken Seite, die dem Bauch entspricht, hart unterhalb des Kopfes einen trichterartigen Fortsatz und darunter eine quere Spalte, die in den sackartigen Mantel führt. Da die äußere Wand dieses Sackes von zahlreichen Muskeln durchflochten ist,

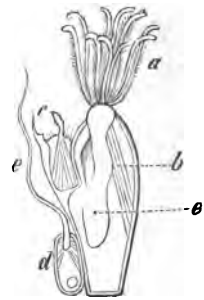
so kann sie sich natürlich mehr oder weniger weit vorwölben beziehungsweise gegen die Innenwand andrücken. Im erstern Fall wird offenbar die Höhlung des Beutels erweitert und zugleich mehr Wasser von außen aufgenommen, während, wenn sich der Beutel zusammenschnürt, wieder ein Teil des Wassers ausgestoßen wird. Wir haben hier also faktisch eine ganz analoge Saug- und Druckvorrichtung wie bei den erwähnten Muscheln,

Fig. 126.



Schema zur Erläuterung des Spritzapparates der Tintenfische. h Vormund, g knorpelige Hirnkapsel, f Rückenschulpe, a b innere, b d äußere Wand des Mantelsackes, e Trichter. A Stadium, in dem das Wasser in den Mantelsack aufgenommen, B in welchem dasselbe durch den Trichter ausgespritzt wird. (Original.)

Fig. 127.



Einzelindividuum eines Moostieres (Scrupocellaria scruposa Pall.) a ausgestülpte Tentakelkrone, e Darmschlinge, b Rückziehmuskel, c zangenartiges Nebenindividium (Avicularium), d betto mit Geißel (Vibraculum).

und es ist klar, daß durch dieselbe und zwar ohne weitere Zuthaten auch eine ähnliche Wirkung hervorgebracht werden könnte. In Wirklichkeit verhält es sich aber hier doch etwas anders, und zwar vor allem insofern, als das Wasser, welches durch die Mantelsacköffnung eintritt, nicht auch durch diese wieder zur Entleerung gelangt, sondern vielmehr durch den schon erwähnten Trichter. Wie dies aber kommt, dürfte der Leser nach vorausgegangener Vergleichung der beiden Zeichnungen in Fig. 126 einleuchten. Die Sache ist einfach die, daß

sich beim Zusammenschnüren des Sackes die untere Wand des Trichters derart an die äußere Wand des ersteren anlegt, daß das Wasser eben nur durch dieses Ansatzrohr entweichen kann.

Was nun aber den Vorteil dieser merkwürdigen Einrichtung betrifft, so ist derselbe ein zweifacher. Wer je Spritzballons mit verschieden weiten Ausflußröhren in Händen gehabt, weiß zunächst, daß bei einer und derselben Druckkraft die Stärke oder Geschwindigkeit des ausgespritzten Flüssigkeitsstrahles um so größer wird, je enger die Mündung ist. Dies trifft nun natürlich auch hier zu, und so wird es uns auch begreiflich, daß ein großer Tintenfisch infolge einer einzigen kraftvollen Wasserentleerung wie ein Pfeil dahin fliegt. Der zweite Vorteil beruht dann darauf, daß das Ausflußrohr vermöge besonderer Muskeln leicht hin- und hergebogen werden kann, das Tier also in der Lage ist, die Richtung, in der es sich bewegt, ganz nach Wunsch zu regulieren und abzuändern.[37])

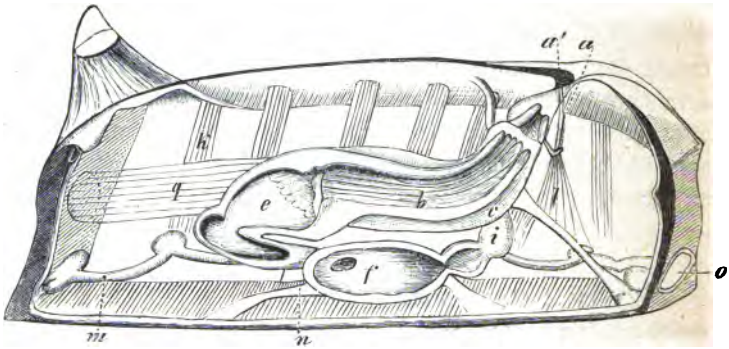
* * *

Wer die glatten dunkeln Schalen der in jedem Seehafen häufig vorkommenden Miesmuscheln einer genaueren Musterung unterzieht, wird auf ihnen nicht selten durch ihre kreideweiße Farbe auffallende flechtenartige Krusten bemerken. Diese Krusten, welche man übrigens auch auf anderen Konchylien, sowie auf verschiedenen tierischen und pflanzlichen Wassergewächsen findet, bestehen aus mikroskopisch kleinen, gleich den Zellen einer Bienenwabe aneinandergereihten verkalkten Bechern, die nichts anderes sind, als die erstarrten äußeren Körperhüllen eigentümlich organisierter Wesen, die man eben mit Rücksicht auf die allgemeine äußere Beschaffenheit der ganzen oft auch rasen- oder baumartigen Ansiedelungen als Moostiere (Bryozoen) bezeichnet.

Beobachtet man mit Hilfe einer Lupe eine solche Kolonie im lebenden Zustand, so zeigt sich, daß aus jeder der zahlreichen Zellen ein überaus zierlicher, an die Federkronen gewisser fliegender Samen erinnernder Tentakelkranz hervorgestülpt

wird, von dessen Aussehen Fig. 127 einen beiläufigen Begriff geben soll. Wegen dieses Tentakelkranzes und wegen der Beschaffenheit und Anordnung der Zellen wurden unsere Geschöpfe früher als Korallentiere angesehen. Daß sie aber mit diesen nichts zu thun haben, ergiebt sich aus der Gegenwart eines wie bei den meisten Manteltieren schlingenartig gebogenen Darmes (e), dessen After in der Nähe des Mundes sich nach außen öffnet, sowie ferner aus dem Umstande, daß der erwähnte Kranz be-

Fig. 128.



Längsschnitt durch ein Einzeltier von Flustra membranacea L. a Deckelfalte, a' Deckel, b eingezogene Tentakelkrone, c Scheide, e Speiserohr, f Magen, i After, k Muskeln zum Niederziehen der Oberdecke, l Deckelmuskel, q Rückziehmuskel der Tentakelkrone, m, n eigentümliches Spangensystem, o dünne Rosettenplatte. Nach Nitsche.

wimperter Mundfortsätze nicht zum Einfangen größerer Beuteobjekte, sondern ähnlich den Kiemen der echten Weichtiere bloß zum Herbeistrudeln des Atem- und Nährwassers dient.

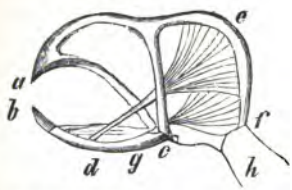
Uns interessiert an diesen zierlichen Kleinexistenzen zunächst der eigentümliche Mechanismus, durch den die Aus- und Einstülpung der bei manchen Arten sehr langen Tentakelkrone vermittelt wird und den ich nach der lichtvollen Darstellung des ausgezeichneten Bryozoenkenners, Nitsche[39]) an Fig. 128 kurz erläutern will. Der Leser sieht hier einen Längsschnitt durch ein Moostierindividuum, dessen zusammengefaltete Tentakelkrone (b), eingehüllt von einer besonderen, gleichfalls aus- und ein-

stülpbaren Scheide (c) durch die Mündung a, a' ganz in die Zelle zurückgezogen ist. Dieses Einstülpen des Tentakelbusches geschieht vermittelst eines überaus starken mit q bezeichneten Muskels, der sich auf die dicke Hinterwand der Zelle stützt, und zugleich auch die durch die Buchstaben e u. f markierten Darmteile zurückzieht. Bei diesem Akt kommt dann u. a. auch noch der Muskel l in betracht, der den Zugang zur Zelle oder die Öffnung, durch welche die Tentakelkrone ihren Weg nimmt, verschließen hilft. Besonders bemerkenswert ist aber der Entfaltungsmechanismus. Um die Sache zu verstehen muß man zunächst wissen, daß, während Boden und Seitenwände der kofferchenartigen Zelle sehr dick und starr sind, die Decke derselben verhältnismäßig dünn und nachgiebig ist. Wie die Figur zeigt, entspringen nun an letzterer mehrere starke Muskelstränge (h), die ihren Stützpunkt auf dem völlig unnachgiebigen Boden haben. Das Übrige liegt nun auf der Hand. Unsere Moostierzelle stellt eine Druckpresse dar, indem die Decke durch die Kontraktion der erwähnten Muskeln eingezogen werden kann, und die natürliche Folge davon ist das Öffnen der Zellenmündung und das Hervorschnellen des ohnehin stark angespannten Tentakelapparates. In der dicken Seitenwand befindet sich ferner eine dünnwandigere Stelle o, die ganz dazu geschaffen erscheint, die Druckschwankungen, denen der flüssige Inhalt der Zellen beim Aus- und Einstülpen der Tentakeln ausgesetzt ist, auf die Nachbarzellen zu übertragen. Wir hätten hier sonach eine Art Telephon-Vorrichtung, welche das sogen. Kolonialnervensystem, das man früher annahm, zum Teil wenigstens entbehrlich macht.

Manche Moostiere besitzen aber außer dem Tentakelbusch noch andere mechanische Außenwerkzeuge, von denen man ohne Übertreibung behaupten darf, daß sie sowohl in bezug auf ihre Konstruktion als namentlich auch wegen ihrer Beziehung zum übrigen Körper zu den allermerkwürdigsten Bildungen gehören.

Der Leser erinnert sich jener Nesseltiere, bei denen zum Begriff des Ganzen mehrere ganz verschiedenartig konstruierte Unter-Individuen gehören, indem jenes Teilwesen, das die Nahrung aufnimmt, von anderen umgeben ist, die für die Verteidigung, sowie für den Fang Sorge tragen. Eine ganz analoge Dezentralisation beobachtet man nun auch bei den in Rede stehenden Moostierformen. Ein Blick auf Fig. 127 (S. 166) zeigt dem Leser an der Seite der Zelle des Tentakel-Darmtieres zwei eigentümliche Gebilde, die wir zunächst als bloße Werkzeuge betrachten wollen. Das Eine (c) ist eine an den Schnabel eines Vogels erinnernde Zange. In Fig. 129, wo das Gebilde für sich dargestellt ist, sieht man die zwei kieferartigen stark chitinisierten und zum Teil verkalkten Zangenschenkel (e a u. c b), die sich um den Punkt c drehen, sowie die zwei starken Muskeln e d u. f g, welche den Unterkiefer wenn ich den betreffenden Hebel so nennen darf, gegen den Oberkiefer bewegen. Wie sich wohl von selbst versteht, ist dieser sonderbare gewissermaßen außerhalb des Tieres verlegte Apparat nicht umsonst da, sondern man kann gelegentlich beobachten, daß er größere an die Kolonie heranschwimmende Tiere ergreift und festhält, wahrscheinlich, wenn wir es nicht mit einer bloßen Verteidigungswaffe zu thun haben, um sie dann dem Tentakelkranz zu überantworten. Das andere Anhangsgebilde (d) ist dem ersteren (dem sogen. avicularium) ähnlich, nu besitzt es statt der Kiefer eine lange Peitsche (e), die mittelst ihre Schwingungen wohl einen analogen Effekt wie die schnappend Zange ausübt.

Fig. 129.



Isolirter Zangenanhang (avicularium) eines Moostieres (Acamarchis avicularia). a e f Ober-, b c Unterkiefer, a e d u. f g Muskeln zum Anziehen des Unterkiefers, c Drehpunkt. Stark vergr.

Diese beiden Anhänge dürfen nun aber, und dies ist eb das Merkwürdige, keineswegs als bloße Teile oder Instrumen

des Zelltieres aufgefaßt werden. Abgesehen nämlich von ihrer ganz exponierten Lage findet man nach Vigelius in manchen von ihnen Andeutungen eines besonderen Darmes und dies läßt wohl darauf schließen, daß es ursprünglich selbständige Individuen waren, die aber nach und nach im Interesse des ganzen vielköpfigen Gemeinwesens im Sinn ihrer gegenwärtigen mehr untergeordneten Funktion und Stellung angepaßt und umgemodelt wurden.[40])

VI. Kapitel.

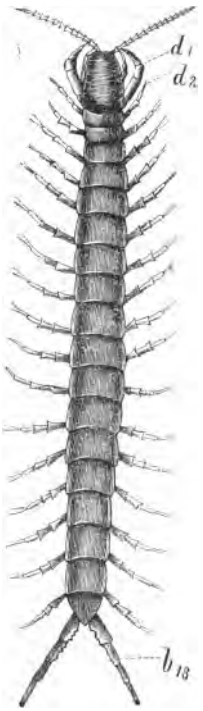
Gliederfüßler (Arthropoden).

Jeder sah wohl einmal in einer Felsritze oder im modernden Laub des Waldbodens einen sogenannten Steinkriecher (Lithobius) und staunte darüber, mit welcher Behendigkeit derselbe, wenn er aus seinem Schlupfwinkel aufgeschreckt wird, unter schlangenartigen Windungen davon eilt. Zur Unterstützung der Erinnerung bringt nachstehende Figur 130 das Bild eines derartigen Geschöpfes. Es erinnert an einen der oben betrachteten Meerringelwürmer. Wie bei den letzteren ist nämlich die derbe Chitinhaut des langgestreckten Leibes oder Stammes auch hier in viele einander vollkommen gleiche Ringe oder Gürtel abgeteilt, die durch dünne elastische Zwischenhäute zu einem zusammenhängenden, allerseits biegsamen Rohr vereinigt sind. Noch mehr Wurmartiges haben gewisse andere Arten dieser Bandasseln an sich, die bei einer sehr bedeutenden Länge oft so dünn wie ein Zwirnfaden sind und es in ihren Windungen und Drehungen den beweglichsten Anneliden gleichthun.

Trotz alledem besteht nun aber zwischen den Ringelwürmern und unseren in der Luft lebenden und auch luftatmenden Asseln schon in bezug auf das Äußere ein gewaltiger Unterschied. Er betrifft die Anhänge, welche aus Ausstülpungen des Stamm-

rohres hervorgehen. Bei den Ringelwürmern sind es, wie man weiß, kurze nur wenig bewegliche Stummeln, in denen ein als Hebel wirkendes Borstenbündel steckt. Bei den Bandasseln dagegen sehen wir an der Bauchseite jedes Ringes ein paar lange Fortsätze, die vermöge eines besonderen Gelenkes am Rumpfe hin- und herbewegt werden können, und die — was die Hauptsache — außerdem noch, analog wie unsere eigenen Bewegungsorgane, in mehrere gegeneinander bewegliche Stücke abgeteilt sind. Solche abgeteilte oder gegliederte Chitinbeine besitzen außer den Asseln oder Myriopoden auch noch die Krebse, die Spinnentiere und die Insekten, und darum werden alle diese Geschöpfe im Gegensatz zu den bloß am Stamm oder Rumpf gegliederten Würmern auch als Gliederfüßler bezeichnet.

Fig. 130.



Bandassel (Scolopendra morsitans). d_1 erstes zum Beißen eingerichtetes, b_{18} letztes Beinpaar.

Imponieren uns die Bandasseln auch durch die große Zahl ihrer äußeren Hebel, so sind sie im übrigen doch von allen Gliederfüßlern am wenigsten geeignet, uns von der geradezu ans Wunderbare grenzenden Mannigfaltigkeit der mechanischen Arthropoden-Werkzeuge eine Vorstellung zu geben. Die meisten dieser Werkzeuge, die uns oft durch das Kunstvolle ihrer Konstruktion nicht wenig in Erstaunen setzen, sind aber, das muß ich vorausschicken, nichts anderes als den Bauchanhängen der Asseln ihrer Lage, Entwickelung und allgemeinen Mechanik nach entsprechende Teile oder aber — und diese Bildungen sind die allerinteressantesten — Einrichtungen, die durch das Zusammentreffen, durch die Kombination mehrerer solcher Anhänge gebildet werden. Einen

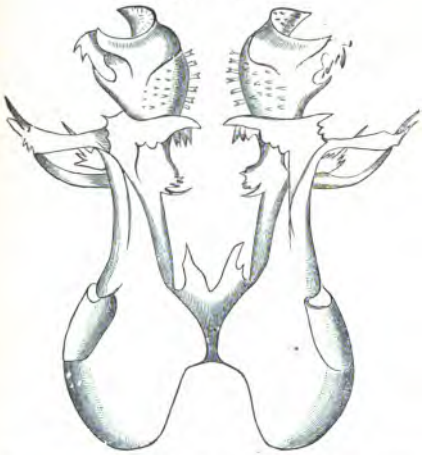
ungefähren Begriff davon, wie dies gemeint ist und welcher Umwandlungen die ursprünglich gleichen Bauchanhänge eines Gliederfüßlers fähig sind, kann uns übrigens auch schon die Betrachtung der obigen Figur geben. Der Leser sieht hier am Hinterende ein Paar mit b_{18} bezeichneter Bauchanhänge, die im wesentlichen zwar mit den vorhergehenden übereinstimmen, aber beträchtlich länger wie diese sind und bei welchen die harte Chitinhaut der Innenseite mehrere zahnartige Vorsprünge bildet. Hat man ein lebendes Tier vor sich und berührt dasselbe am Hinterende, so erfährt man auch, was es mit dieser besondern Zurichtung oder Anpassung des letzten Beinpaares für ein Bewenden hat. Man hat es mit einem zangenartigen Greifwerkzeug zu thun und wenn der Leser bedenkt, daß wir selbst ja auch sowohl das vordere als das hintere Extremitätenpaar gelegentlich in gleicher Eigenschaft gebrauchen, so wird ihn diese Nebenverrichtung der Asselfüße auch gar nicht befremdend dünken. Wie wir gesehen haben, ist die Abweichung der beiden Schenkel der Afterzange vom gewöhnlichen Beinschema nur eine ganz unbedeutende. Daß die Umformung aber unter Umständen weit größere Dimensionen annehmen, ja bis zur Verwischung des ursprünglichen Charakters fortschreiten kann, lehrt uns die in Fig. 131 dargestellte, zum Festhalten des Weibchens dienende Fußzange eines andern Myriopoden, die an gewisse Marterinstrumente der Folterkammer erinnert.

Bei der Bandassel in Fig. 132 bildet aber nicht allein das hinterste, sondern auch das vorderste mit b^1 bezeichnete Beinpaar eine Zange, und diese ist noch viel wirksamer als die andere. Wie der Leser, wenn er das Experiment wagen will, leicht in Erfahrung bringen kann, dient dieses Hakenpaar zum Festhalten und Durchbohren der Beutetiere. Abgesehen von der nadelscharfen Spitze, in die das starke End- oder Klauenglied dieser Beiß- oder Kieferfüße ausgeht, sind dieselben bei den größern exotischen Formen noch dadurch selbst für den Menschen gefährlich, daß sie im Innern eine Giftdrüse besitzen, die ihr

Sekret durch einen feinen Kanal der Klaue in die Wunde ergießt.

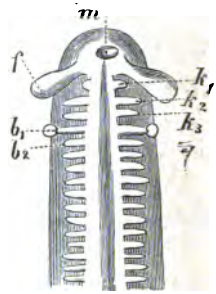
Wenn man, um diese Beißzange deutlich zu sehen, eine Assel von der Unterseite betrachtet, so wird man mit Zuhilfenahme einer Lupe vor derselben noch drei andere aber weit kleinere und zum Teil mit scharfen Schneiden und Zähnen be-

Fig. 131.



Zange eines männlichen Tausendfüßlers (Lysiopetalum fasciatum) zum Halten d. Weibchens. Nach Latzel. Vergr.

Fig. 132.



Embryo einer Schnuraffel (Geophilus). m Mund, f Anlagen der Fühler, k_1—k_3 der Kiefer, b_1, b_2 2c. der Beine. Nach Sograff.

waffnete Zangen bemerken. Diese Zangen sind die mit dem Namen Kiefer belegten Mundwerkzeuge, die man wegen ihrer Stellung und ihrer Ähnlichkeit mit den hinteren oder Stammanhängen füglich auch als zur Nahrungsaufnahme herangezogene und adaptierte Kopfbeine bezeichnen kann. Daß aber die Rumpf- und Kopfgliedmaßen oder mit anderen Worten die Füße und die Kiefer thatsächlich nur Glieder einer und derselben Reihe von Anhängen sind, wird dem Leser noch mehr einleuchten, wenn er auch nur einen flüchtigen Blick auf den Embryo eines solchen Tieres wirft. Fig. 132 zeigt den Vorderteil eines solchen und zwar von der Mund- (m) oder Bauchseite. Man sieht hier

zwei Reihen von Zapfen, die an die Fußstummeln der Ringelwürmer erinnern. Dies sind die ersten Anlagen der genannten Gliedmaßen, und zwar f jene für die Fühler, k_1 bis k_3 jene für die Kiefer und b_1 b_2 u. s. f jene für die Beine. Wie man bemerkt ist auf diesem Stadium zwischen den letzteren zwei Kategorieen von Anhängen in der That noch gar kein Unterschied und man sieht auch noch nicht, wo der Kopf aufhört und der Rumpf seinen Anfang nimmt.

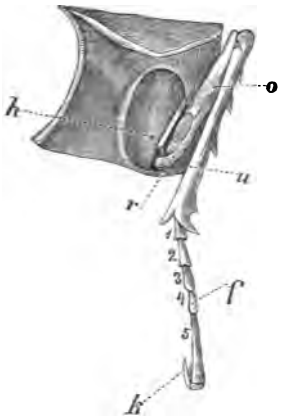
Hier möchte ich kurz auf einen wichtigen, gewisse mechanische Außenwerkzeuge der Ringelwürmer und Bandasseln betreffenden Unterschied aufmerksam machen. Derselbe bezieht sich eben auf die zuletzt erwähnten zur Nahrungsergreifung dienenden Kieferzangen. Solche Hakenpaare besitzen nämlich bekanntlich auch viele Meerringelwürmer. Diese sind hier aber nicht wie bei den Myriopoden und den anderen Gliederfüßlern umgewandelte Außenanhänge oder Gliedmaßen, sondern Bildungen im Innern des Rüssels oder Schlundkopfes, und die Folge davon ist, daß, ehe sie in Aktion treten können, erst der letztere hervorgestülpt werden muß.[40])

Ehe ich dem Leser andere merkwürdige Werkzeugformen der Gliederfüßler vorführe, dürfte es wohl am Platze sein, daß er sich zunächst mit dem Mechanismus eines typischen Chitingliederfußes etwas näher vertraut macht.

Betrachtet man den Fuß irgend eines Insektes, z. B. des Hirschkäfers in Fig. 133, so läßt sich nicht leugnen, daß er äußerlich viele Ähnlichkeit mit dem Bein eines Wirbeltieres besitzt. Wir sehen zunächst oben am Stamm einen dicken walzenförmigen Teil (h), der in einer pfannenartigen Aushöhlung des ersteren sitzt, und uns daher sofort an den Gelenkkopf des irbeltieroberschenkels erinnert. Letzterem selbst entspricht dann s lange und dicke Stück o. An dieses schließt sich ein zweites lankes Glied (u), das mit ersterem ein Knie bildet und als nterschenkel oder Schiene figuriert. Zum Beschlusse haben wir nn einen aus mehreren kleinen Gliedern zusammengesetzten

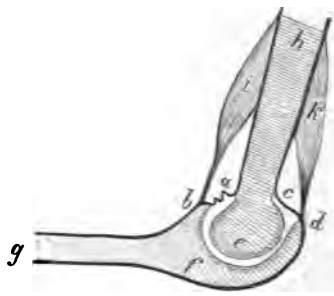
Endabschnitt (f), der ganz so wie bei den meisten Wirbeltieren mit einem Paar spitzer Haken oder Klauen bewaffnet ist. Nichtsdestoweniger weicht aber die Gliederung des chitinisierten Insektenbeines doch sehr von jener des knöchernen Wirbeltierbeines ab. Zunächst in bezug auf den Endabschnitt. Während sich unser Fuß bekanntlich in mehrere Strahlen oder Zehen spaltet, bleibt der Insektentarsus immer einstrahlig oder einzehig, und eine Ver-

Fig. 133.



Vorderbein eines Hirschkäfers. h Hüfte, r Schenkelring, o Oberschenkel, u Unterschenkel (Schiene), f Fuß, k Endkrallen. Orig.

Fig. 134.

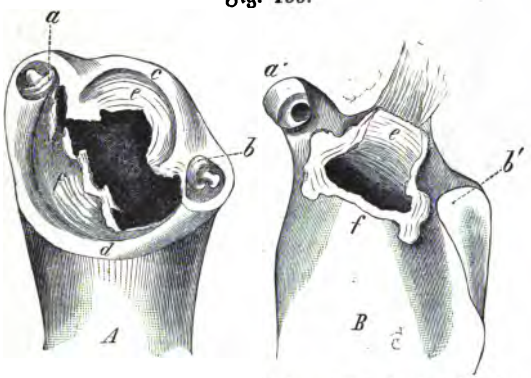


Schema des Ellenbogen-Knochengelenkes. f Gelenkpfanne, e Gelenkwalze. i b Beug-, k d Streckmuskel. Orig.

vielfältigung kommt nur in den Klauen zustande. Noch wichtiger ist ein zweiter Unterschied. Unser Oberschenkel bildet bekanntlich mit der Hüfte ein sogen. freies Gelenk, d. h. er kann nach allen Richtungen herumgedreht werden. Anders verhält es sich mit dem analogen Teil des Hirschkäferbeines (Fig. 135 h). Sticht man in dasselbe eine starke Nadel und sucht es nun damit zu bewegen, so stellt sich heraus, daß sich diese Walze nur nach vorne und hinten, aber nicht zugleich nach oben und unten, oder in einer andern Richtung drehen läßt. Das Hirschkäfer-Hüftgelenk ist mit anderen Worten kein freies, sondern ein sog. Thür-

angel- oder Scharniergelenk. Gleichwohl ist der Oberschenkel des Insektenbeines einer ebenso vielseitigen Bewegung wie der unserige fähig und zwar vermöge einer ungemein sinnreichen Konstruktion. Diese beruht darauf, daß er in mehrere selbständig bewegliche Nebenglieder gesondert ist. Das, was wir oben als Gelenkkopf des Oberschenkels bezeichneten, ist nämlich ein besonderer, abgelöster Teil, der den wenig passenden Namen Hüftbein, (coxa) führt. Zwischen diesem und dem Oberschenkel im engern Sinne schiebt sich dann noch ein

Fig. 135.

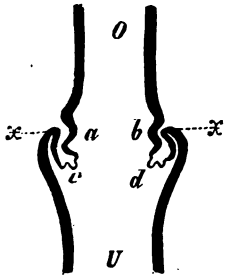


Gelenk vom Bein einer Meerspinne. e, f Verbindungshaut, a', b', Gelenkpfanne, a, b Gelenkzapfen. Nach Langer.

drittes kleines Glied (Fig. 135 r) ein, das man Schenkelring oder Trochanter nennt. Statt eines einzigen aber mehraxigen Gelenkes, wie es den Wirbeltieren zukommt, besitzt also der Insekten- und der Arthropaden-Fuß überhaupt mehrere aber vorwiegend einaxige Gelenke. Eine nähere Erläuterung verdient nun die Beschaffenheit dieser Chitinfußgelenke und namentlich der charnierartigen. Fig. 134 bringt dem Leser zunächst in Erinnerung, daß an einem Knochengelenk die Gleitflächen (e, f) der miteinander artikulierenden stabförmigen Körper eine centrale Lage haben. Umgekehrt ist es an einer Arthropoden-Gliedmaße,

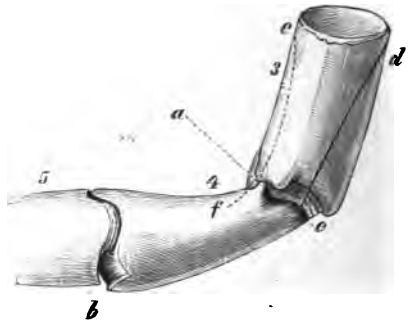
wo wir es nicht mit soliden Stäben, sondern mit hartwandigen Röhren zu thun haben. Fig. 135 zeigt nach Langer[41]) die Enden zweier zusammengehöriger Glieder eines Krebsbeines. Da die Mitte hohl kann die Verbindung offenbar nur mittelst der Ränder der Röhrenstücke geschehen. Diese Verbindung ist aber eine doppelte. Wir unterscheiden zunächst die dünne in der Figur durchrissene Verbindungshaut (e, f), durch welche beide Röhrenstücke zu einem kontinuierlichen Rohr verknüpft

Fig. 136.



Schema eines Scharniergelenkes an einem Chitin-Hohlbein, a, b Gelenkzapfen u. -Pfannen, x x Drehaxe, c d Verbindungshäute. Orig.

Fig. 137.



Das 3., 4. u. 5. Glied eines Hummerfußes. e f Beuge-, c d Streckmuskel, a Gelenkzapfen Orig.

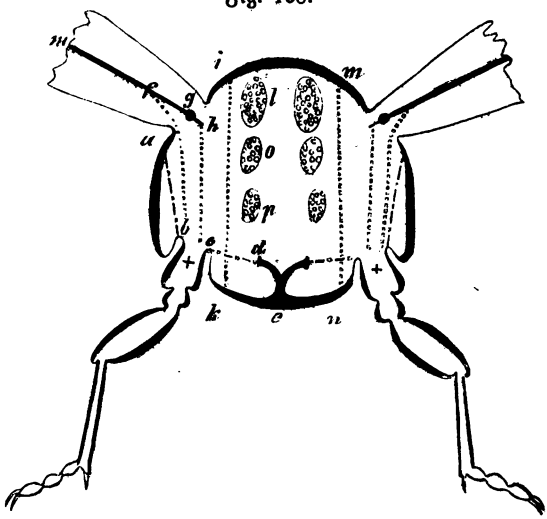
werden und dann das eigentliche Gelenk oder deutlicher gesprochen die Führungsvorrichtung, wodurch der gegenseitigen Bewegung der Glieder ein bestimmter fester Gang vorgezeichnet wird. Letztere ist gerade hier eine sehr in die Augen springende. Auf dem wallartig verdickten Rand des Gliedes A sieht man zwei einander gerade gegenüber liegende schön abgedrechselte Zapfen a u. b, während man auf dem andern Gliede, gewissermaßen dem Negativ, in entsprechender Stellung, zwei pfannenartige Aushöhlungen a', b' bemerkt. Denkt man sich nun, wie dies Schema Fig. 136 andeutet, das eine Glied (o) mittelst der beiden Randführungen (a, b) am andern (u) befestigt, so ist

klar, daß es sich nur um eine einzige Axe, nämlich um die Verbindungslinie der beiden Zapfen (xx) drehen kann. Wir haben es also mit einem eigenartigen Charniergelenk zu thun. Nun wolle man noch weiter beachten, daß die Drehungsaxen der einzelnen Charniergelenke eines Arthropodenbeines in der Regel eine verschiedene Lage haben. Auch dies kann man am besten am Bein eines größeren Krebses sehen. Fig. 137 zeigt uns zwei aufeinander folgende Gelenke eines solchen. Beim obern Gelenk geht die Axe durch den Drehzapfen a auf die gegenüberliegende von uns abgewendete Seite und steht also vertikal auf der Papierebene. Beim untern Gelenk (b) hingegen liegen beide Führungen in der letzteren und die Axe schneidet also jene des oberen Gliedes unter einem rechten Winkel. Diese Einrichtung ist aber sehr wichtig. Auf ihr beruht es nämlich, daß sich die Gliedmaße nicht nur zusammenklappen und wieder ausstrecken, sondern zugleich auch mit ihrer Spitze Zirkelbewegungen machen kann.

Jetzt wird der Leser auch verstehen, wie die Muskeln oder Zugvorrichtungen, die wir innerhalb unserer Chitin-Hohlbeine finden, die verschiedenen Bewegungen derselben hervorbringen. Sehen wir zunächst wie die Drehung in dem oberen Charniergelenk der Fig. 137 zustande kommt. Da, wie wir hörten, die Drehaxe zwischen dem Glied 3 und 4 durch a geht und senkrecht auf der Papierebene steht, so können wir den Gelenkteil mit dem balanzierenden Balken einer Wage und das Glied 4 selbst mit der Zunge desselben vergleichen. Sowie nun ein Zug am rechten Arm des Wagbalkens auch die Zunge nach dieser Richtung bewegt, so ist es auch hier. Zieht sich der Muskel c d, der bei d im oberen Gliede entspringt und am obern Rand des untern Gliedes, rechts von der Drehaxe (bei c) angreift, zusammen, so erfolgt ein Ausschlag nach dieser Richtung, was hier offenbar eine Streckung ist. Umgekehrt wird ein Muskel (f e), der dem ersteren gegenüberliegt und links von der Drehaxe sich inseriert, eine Linksdrehung oder mit andern Worten eine Beugung hervorrufen.

Eine Übersicht der Muskeln speziell an einem Insektenbeine sollen die nachstehenden zwei Abbildungen geben. Fig. 138 ist ein Querschnitt durch die sogenannte Brust und versinnlicht zunächst, wie die Beine am Stamm eingelenkt sind und bewegt werden. Man sieht hier zwei Muskeln. Einen, ab, der innen an der Seitenwand der Brust sich anheftet und dann einen zweiten, cd, der auf der Bauchfläche liegt. Wie man

Fig. 138.

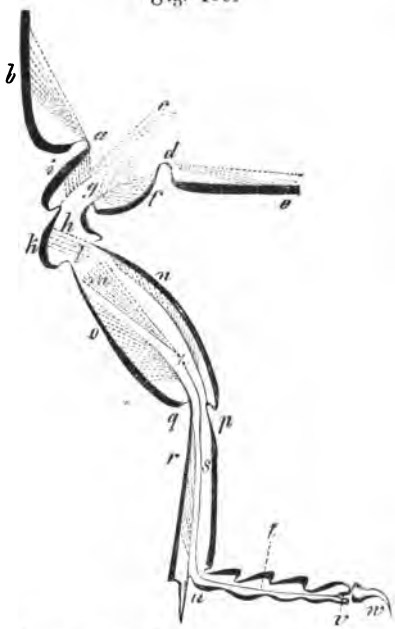


Schema eines Querschnittes durch die Brust eines Insekts. ab Muskeln zum Aufheben, cd zum Niederziehen u. Einwärtsschlagen der Beine. (Orig.)

bemerkt entspringt letzterer von einer in der Mitte der Brustwand aufgesetzten Gabel ed, die u. a. offenbar die Bestimmung hat, den auf dieser Seite angebrachten Zugvorrichtungen einen mechanisch günstigen Ansatz zu bieten. Öffnet man den Körper eines Taschenkrebses, so findet man dort zur Anheftung der Beinmuskeln ganz ähnliche Einstülpungen oder Falten des äußern Chitinskeletts nur in noch größerer Ausdehnung, und diese oft in Form von verzweigten Balken und Gerüsten auftretenden

Gebilde sind es, die man als Binnenskelett bezeichnet. Die Wirkung obiger Muskeln leuchtet von selbst ein, wenn man sich gegenwärtig hält, daß der Drehpunkt der Hüfte zwischen den beiden Angriffspunkten (b, c) bei + liegt. Der Seitenwandmuskel hebt also die Gliedmaße in die Höhe, während der Bauchwandmuskel sie herunter zieht. Denkt man sich ferner den Muskel ab und cd in einer zur Zeichenebene mehr senkrechten Richtung ausgespannt, so wird man auch begreifen, wie durch dieselben zugleich eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Beines möglich ist.

Fig. 139.



Schematische Darstellung der Muskeln eines Insektenbeines. Zum Teil nach Dahl. (Erklärung im Text.)

Eine Vorstellung von den im Beinrohr selbst angebrachten Zugsträngen giebt Fig. 139. Solcher Stränge sind im Vergleich zu jenen der Wirbeltierbeine so wenige, daß wir sagen müssen, die Natur habe sich hier der denkbar größten Sparsamkeit befliſſen. Mit alleiniger Ausnahme des zwischen dem Schenkelring und dem Oberschenkel ausgespannten Muskels (k l), der zum Einwärtsrollen des letztgenannten Gliedes dient, liegen sämtliche Zugstränge in einer und derselben Ebene und haben also nur Streckung oder Beugung zur Folge. Fassen wir zunächst die Streckmuskeln ins Auge, so sind deren im ganzen nur zwei. Der eine liegt im Hüftglied, der andere (n p) im Ober-

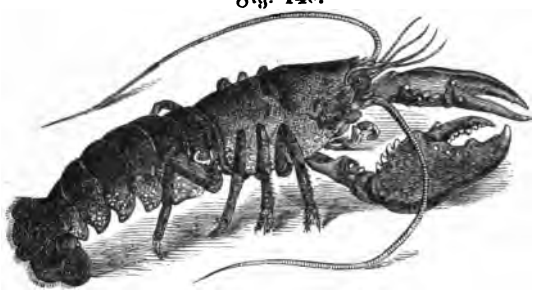
schenkel. Fuß (t) und Kralle (w) haben dagegen, wie in neuester Zeit Dahl[42]) in einer schönen Arbeit nachwies, auffallenderweise gar keine derartigen Muskeln und ihre Streckung geschieht einzig und allein durch die wie Sprungfedern wirkenden Gelenkhäute. Beuger sind um zwei mehr. Außer jenem, der den Schenkelring (i h) und den Unterschenkel (o q) beugt, besitzt nämlich noch der Fuß und die Kralle einen solchen. Der Beugemuskel des Fußes (r u) entspringt am Unterschenkel und greift an der Basis des erstgenannten Abschnittes an. Überaus interessant verhält sich der Muskel, der die Kralle einschlägt. Das Merkwürdigste ist, daß er höher oben am Bein entspringt, wie der vorerwähnte, der den Fuß an seiner Basis beugt. Sein Bauch liegt nämlich ganz oben im Oberschenkel, bei m, und die bedeutende Entfaltung desselben macht es uns auch erklärlich, warum er nicht tiefer unten im relativ engen Unterschenkel oder Fuß Platz finden kann. Bei z geht die Muskelmasse in eine dünne aber sehr kräftige Zugschnur (z s v) über, die bis an die Wurzel der Kralle (v) läuft, wo sie an einer eigentümlichen ferdernden Platte endigt. Zieht sich der Beuger des Fußes und der Kralle gleichzeitig zusammen, so wird selbstverständlich der ganze Endabschnitt des Beines gekrümmt und zwar in ähnlicher Weise wie in dem Falle, wenn wir einen elastischen Stab mit dem einen Ende festhalten, während wir das andere Ende herabbiegen. Letzterer Vergleich erklärt uns auch, warum der schlanke Insektentarsus zum Wiederausstrecken gar keiner Muskeln bedarf.

* * *

Weder unter den Wirbellosen noch unter den Wirbeltieren giebt es ein Geschöpf, das so vielerlei Außenwerkzeuge an sich hat wie ein Flußkrebs, ein Hummer oder ein ähnliches höheres Krustentier. Ehe wir uns aber mit diesem Anhang-Apparat bekannt machen, wollen wir uns zuvor mit Hilfe nachstehender Figur 140 über den Mechanismus des Stammes orientieren.

Im Gegensatz zu den oben betrachteten Bandasseln, bei denen der ganze Leib aus einer Folge schmaler Ringe besteht, und die daher in ihrer ganzen Ausdehnung beweglich sind, erinnert hier nur der unter dem Namen Schwanz bekannte Hinterteil durch seine sechs gleichartigen Ringe an den Asselbau, während der Mittel- und Vorderkörper einschließlich des Kopfes von einem dicken verkalkten Panzer umschlossen ist. Dürfen wir den Mechanismus des Assel- und Krebsstammes mit dem von

Fig. 140.

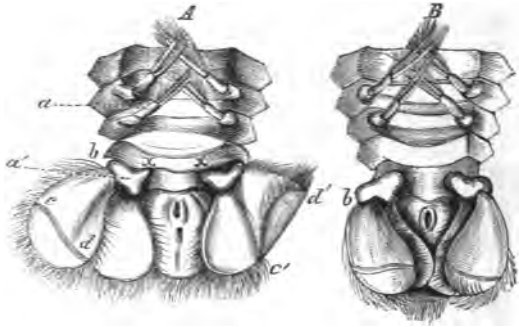


Hummer, verkleinert.

analog gebauten Wirbeltieren vergleichen, so entspricht ersterer dem allseitig beweglichen Leib einer Schlange, letzterer dem eines relativ plumpen Fisches. Während aber bekanntlich der Schwanz des Fisches sich seitlich hin- und herbewegt, ist der Krebsschwanz wegen der eigentümlichen Verbindung seiner oberseits starren, unterseits biegsamen Ringe nur einer Bewegung von oben nach unten oder richtiger von hinten nach vorne fähig. Im übrigen ist aber der Schwanz des Krebses ebenso das Hauptwerkzeug der Ortsbewegung wie bei den Fischen und dem der letzteren insofern noch überlegen, als der Krebs vermittelst eines nach vorne gerichteten Schlages seines Schwanzes unmittelbar nach rückwärts schwimmen kann, während der Fisch sich bekanntlich früher umdrehen muß. Der Krebsschwanz ist aber nicht nur als Ganzes genommen ein Werkzeug, er ist zugleich der Träger von anderen Bewegungsinstrumenten. Betrachten wir ihn nämlich

von der Unter- oder Bauchseite, so bemerken wir, ganz so wie an einer Bandassel, an jedem der sechs Ringe ein paar Anhänge. Von diesen sechs paar Anhängen sind die vordersten fünf, oder wenigstens die vom zweiten bis zum fünften Ring einander vollständig gleich, was uns abermals an die Tausendfüßler erinnert. In der beistehenden Figur 141 sind zwei Paar derselben, nämlich die des 4. und 5. Ringes zu sehen. Sie besitzen eine sehr charakteristische Form. Während nämlich das Bein einer Bandassel, eines Insekts oder einer Spinne nur aus einem einzigen

Fig. 141.



Schwanz des Hummers von der Unterseite. A mit entfalteter, B mit zusammengeklappter Schwanzflosse. (Orig.)

Ast besteht, gehen diese Krebsschwanzanhänge, wie man sieht, in zwei Strahlen aus. Eine solche Gabelung oder Spaltung ist aber bei den Krebsgliedmaßen eine sehr häufige Erscheinung, wie denn der Leser an der früheren Abbildung des Hummers (Fig. 140) bemerken wird, daß u. a. auch die kleinen Vorderfühler in zwei Äste auslaufen. Uns interessiert vor allem die mechanische Bedeutung dieser Zweiteilung. Sie wird dem Leser gleich klar, wenn er einen Blick auf den Endring wie auf die sogen. Schwanzflosse wirft. Wie man sieht besteht letztere aus einem Mittelteil, dem Schild oder Telson, und aus einem Paar von Seitenteilen. Letztere zeigen aber genau dieselben Elemente wie die Spaltfüße der vordern Ringe, und der Unter-

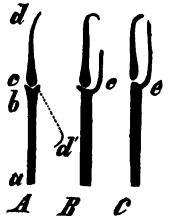
ſchied iſt nur der, daß die beiden Äſte, die vom gemeinſamen um den Punkt x drehbaren Grundſtücke entſpringen, zu umfangreichen Platten verbreitert ſind. Das Weitere lehrt eine Vergleichung der Fig. A mit B. In erſterer ſind die beiden Lamellen jeder Seitenfloſſe auseinander geſpreizt, in letzterer dagegen wie die Blätter einer Schere übereinander gelegt. Die Spaltung dieſer Füße gewährt alſo den Vorteil, daß ihre Fläche bis zu einem gewiſſen Grade beliebig vergrößert und verkleinert werden kann. Die große Fläche des ausgeſpreizten Beines wendet aber das Tier an, wenn es den wirkſamen Schlag ausführt, während die kleine Fläche der zuſammmengezogenen Gliedmaße der entgegengeſetzten Bewegung angemeſſen iſt.

Wichtige Nebenbeſtandteile dieſer Krebs-Doppelruder ſind aber noch die Haare oder Borſten, mit denen ihre Platten ringsum bordiert ſind. Vermöge der Art ihrer Einlenkung richten ſie ſich nämlich auf, wenn der wirkſame Schlag geführt wird, und vergrößern dadurch die Floſſenfläche, während ſie bei der rückgehenden Bewegung ſich niederlegen. Nebſtdem hat dann noch die äußere Platte jedes Ruderbeines eine intereſſante mechaniſche Einrichtung. Sie iſt nämlich, wie Fig. A lehrt, durch ein quer laufendes Gelenk (c d) in zwei Felder geteilt, und zwar ſo, daß ſich der Endteil an der Bauchſeite gegen den Grundteil aufrichten kann. Schlägt die Floſſe nach vorwärts, ſo wird erſterer durch den Druck des Waſſers flach gelegt, während er bei der umgekehrten Bewegung eingeklappt wird. Alles in allem genommen muß man alſo wohl ſagen, daß die Schwanzfloſſe des Krebſes ein mechaniſches Kunſtwerk von hoher Vollendung iſt. — Kehren wir nun wieder zu den vorderen Spaltfüßen zurück. Während dieſe Gliedmaßen u. a. beim Heuſchreckenkrebs ähnliche zum Rudern (u. Atmen) dienende Doppelplatten wie an der Schwanzfloſſe bilden, ſind ſie beim Flußkrebs und noch mehr bei einer Krabbe relativ ſehr klein und unanſehnlich und erfüllen einen ganz andern Zweck. Wie der Leſer an einem weiblichen Exemplar eines Flußkrebſes ſicher ſchon bemerkt hat,

dienen sie zur Befestigung der zahlreichen Eier, die hier sowie bei vielen anderen Krebsen, wie z. B. den Kellerasseln, bis zum Ausschlüpfen der Jungen von der Mutter herumgetragen werden.

Doch es ist Zeit, daß wir in der Betrachtung der Krebsgliedmaßen etwas weiter gehen. Die Werkzeuge, die wir da zunächst finden, sind nächst den langen Hinterfühlern (Fig. 140) weitaus die größten und auffallendsten von allen. Es sind dies die eigentlichen Beine, deren man bei unserem Krebs fünf Paare zählt. Diese aus dem bepanzerten Mittelleib entspringenden Gliedmaßen dienen in erster Linie mit Ausnahme des ersten Paares zur Bewegung auf einer festen Unterlage, und sind dementsprechend auch am Ende mit einer spitzen als Stützwerkzeug dienenden Klaue versehen, statt deren man nur bei einigen Krabben und zwar offenbar als Ersatz für die rückgebildete oder ganz fehlende Schwanzflosse eine derbe Ruderplatte findet. Im übrigen sind die fünf aufeinander folgenden Beinpaare aber keineswegs alle gleich, sondern es stellt sich, wenn man sie der Reihe nach vergleicht, ein Übergang vom bloßen Geh- zum ausschließlichen Greifwerkzeug heraus und eben die Art und Weise dieses Überganges oder dieser Umwandlung von einer Werkzeugform in die andere macht den Krebs zu einer der interessantesten Maschinen in der ganzen großen Tierreihe.

Fig. 142.



Zur Erläuterung der Bildung einer Krebsschere.

Wie man in Fig. 140 sehen kann, endigen die Beine der letzten zwei Paare mit einem einfachen zugespitzten Glied, das im beistehenden Schema Fig. 142 A mit c d bezeichnet ist und welches gegen das verletzte Glied (a b) hakenartig gebeugt werden kann (b d'). Denken wir uns nun (Schema B u. C) das vorletzte Glied auf der Beugeseite über das Gelenk hinaus fortgesetzt (e), so ist klar, daß das frühere Hakeninstrument in ein scheren-

artiges Werkzeug übergeht. Diese Umwandlung hat sich nun am Krebs thatsächlich vollzogen, und zwar an den drei Vorderbeinen, welche dadurch befähigt werden mit ihrem Endteil diverse Gegenstände in der Umgebung zu ergreifen und festzuhalten. Weshalb aber diese Anpassung gerade an den vorderen Gehbeinen stattfand, leuchtet ohne weiteres ein, wenn wir bedenken, daß wir es da in erster Linie mit Hilfswerkzeugen zur Nahrungsaufnahme oder mit Speisezulangern zu thun haben.

Fig 143.

Schere eines Krebses. fg vorletztes, bac letztes Glied, x Drehpunkt, ae Beuge-, bd Streckſehne. Nach Huxley.

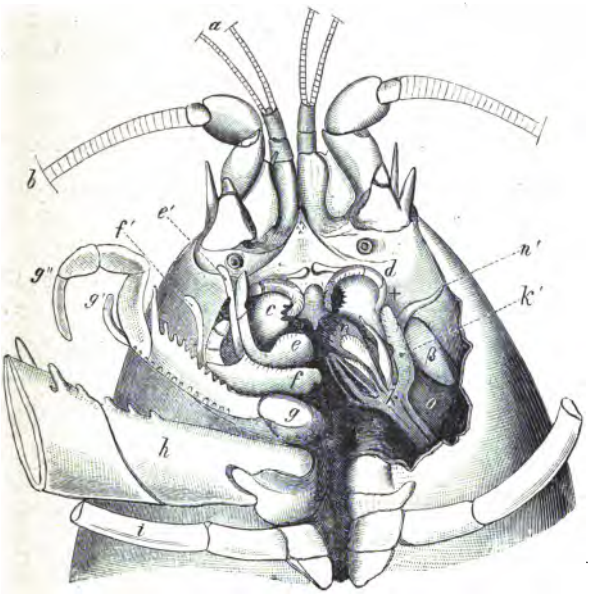
Aus dem gleichen Grunde sind auch, wie jeder weiß, die Scheren des vordersten Beinpaares durchgehends weit größer als die der Hinterfüße, ja mitunter, namentlich bei den **Krabben**, sogar schwerer als der ganze übrige Körper samt allen seinen Anhängen. Diese Werkzeuge par excellence verdienen es wohl, daß wir uns ihren Mechanismus mit Hilfe beistehender Fig. 143 etwas näher ansehen. Um das Innere bloßzulegen, ist hier auf einer Seite die steinharte Umhüllung aufgebrochen. Man erkennt sofort das vorletzte am Grunde bauchig aufgetriebene Glied mit seinem Fortsatz a g, der das eine Blatt der Schere formiert und dann das im Punkt x drehbare Endglied (b a c) oder das mobile Blatt. Beiderseits vom Drehpunkt, bei a u. b entspringt vom letzteren eine Chitinsehne, die in das verletzte Glied hineinhängt. Besonders mächtig ist die Sehnenplatte auf der Beugeseite, an der sich rings um die Beugemuskeln anheften. Plateau hat in letzter Zeit interessante Versuche über die Zugkraft dieses riesigen Scherenschließmuskels angestellt. Er fand, daß derselbe bei einer Krabbe (Carcinus moenas) nahezu das dreißigfache des Körpergewichtes aufhebt.

Der Leſer erinnert ſich, daß ein Seeſtern ohne die Stellung des Körpers d. i. der Scheibe zu verändern, in ſeiner Bewegung eine beliebige Richtung einſchlagen kann, je nachdem er die Füßchen vorne, hinten, rechts oder links in Aktion ſetzt. Etwas Ähnliches beobachtet man nun auch am Krebs, deſſen Beine ſo geartet ſind, daß ſie ebenſogut nach der Seite wie nach vorne ausſchreiten können. Den Seiten- oder Quergang praktizieren vor allem die Krabben oder Taſchenkrebſe, und dies iſt auch der Grund, warum man ſie ſo ſchwer erhaſchen kann. Dieſelbe eigentümliche Bewegungsweiſe findet man aber auch, wie ich kurz erwähnen will, bei andern Gliederfüßlern, nämlich bei gewiſſen Inſekten und Spinnentieren.

Die Beine der Arthropoden ſtimmen, wie wir ſchon bei der Muſterung der Bandaſſel erfuhren, mit denen der Wirbeltiere vor allem auch darin überein, daß ſie paarweiſe als Zangen gebraucht werden. Eine derartige Verwendung finden nun auch häufig die Beine der Krebſe und insbeſondere die der Krabben. Der Leſer hat vielleicht gehört, daß es unter den letztern Arten giebt, die mit Vorliebe und zwar ſowohl in- als außerhalb des Waſſers auf ſtangen- oder ſtrauchartigen Gegenſtänden herumklettern. Die Krabben ſind aber auch, kann man ſagen, ſpeziell zum Stangenklettern geboren, denn ihre fünf Beinpaare bilden einen Kletterapparat, wie man ſich ihn kaum praktiſcher denken kann. Man beachte nur, daß die Beine vorwiegend quer zum Körper geſtellt ſind und gegen dieſen bogenförmig eingeſchlagen werden können. Je zwei gegenüberliegende Beine formieren alſo, indem ſie ſich aus- oder gegeneinander bewegen, eine Klammerzange, die je nach der Krümmung ihrer Bogenſchenkel und ähnlich wie der Fuß eines Papageis oder Spechtes, ſowohl dickere als dünnere Gegenſtände vollkommen umſpannen kann. Solcher Klammerzangen hat aber die Krabbe nicht weniger als fünf, ſo daß, wenn ſie eine Zange zu irgend einem andern Zwecke oder um einen höhern Haltepunkt zu gewinnen, öffnet, immer noch vier zur Fixierung parat ſtehen.

Auf den Zangencharakter der einzelnen Gliedmaßenpaare der Krebse lenkte ich aber die Aufmerksamkeit des Lesers noch aus einem andern Grunde. Es giebt nämlich bei unseren Krebsen nicht weniger als sechs Paare solcher Anhänge, die ausschließlich nur als Zangen wirken und aufgefaßt werden müssen. Diese sechs zangenartigen Gliedmaßenpaare sind aber nichts

Fig. 144.



Mundwerkzeuge eines Hummers. a Vorder-, b Hinterfühler, c Oberkiefer, d Taster derselben, n zweites, k drittes Kieferpaar, n', k' die zugehörigen Taster, e, f, g die drei Kieferfußpaare, e', f', g' Taster derselben, h erstes, i zweites Beinpaar. (Original.)

anderes als die eigentlichen Mundteile, mit denen wir uns nun, unter Zugrundelegung der Figur 144, etwas genauer bekannt machen. Sie verdienen eine nähere Beachtung auch in der That, denn sie bilden zusammen eine Maschinerie, die in bezug auf Konstruktion und Zweckmäßigkeit ihres gleichen sucht.

Der Leser nehme zunächst die Teile auf der linken Seite der Figur in Augenschein. Er sieht da unmittelbar vor dem mächtigen vordersten Scherenbeine (h), von dem nur ein paar Grundglieder abgebildet sind, drei mit g, f u. e bezeichnete Anhänge, die im ganzen und großen wie die vorhergehenden Beine sich ausnehmen, aber um so kleiner werden, je weiter sie von diesen ab und dem Munde näher liegen. Wegen ihrer Beziehung zum Munde nennt man diese Gliedmaßen daher auch Mundbeine oder Kieferfüße. Über die Rolle, die ihnen bei der Nahrungsaufnahme zufällt, verschaffen wir uns den besten Aufschluß, wenn wir einem ausgehungerten Krebs ein Stück Fleisch offerieren und ihn dadurch veranlassen sein vielteiliges Mundbesteck in Betrieb zu setzen. Der Krebs packt in der Regel die dargebotene Beute mit einer der großen Scheren und reißt, meist unter Mithilfe der andern, ein Stück davon ab. Durch Einklappen des Scherenbeines kommt dann der Bissen gerade zwischen die beiden Schenkel der hintersten Kieferfußzange zu liegen, die denselben festhält, beziehungsweise einen Teil davon lostrennt. Dies Geschäft wird der genannten Zange dadurch wesentlich erleichtert, daß beide Kieferfüße inwendig mit einer auch in unserer Figur ersichtlichen harten Leiste versehen sind, auf der eine Reihe scharfer Zähne hervorspringen, welche letztere sprödere Beuteobjekte auch zermalmen können. Ist nun der Bissen einmal in der hintersten Kieferfußzange, dann wird er successive von den nächst vorhergehenden ergriffen und so seinem Bestimmungsorte immer näher gebracht. Ehe er indes, nachdem er die drei erwähnten Zangen passiert hat, in die Mundöffnung gerät, erwarten ihn nach drei andere Zangen. Letztere werden von den eigentlichen Kiefern gebildet, die ich nach früherer Entfernung der hinter ihnen postierten Kieferfüße auf der rechten Seite unserer Figur darstellte Der eigentliche Mundteil des hintersten Kiefers k bildet eine dünne Platte, die, nicht unähnlich einer Hand, in sechs fingerartige Laden zerschnitten ist. Diese Beschaffenheit eignet das Organ besonders

dazu, die bei der Zerkleinerung der Nahrung abfallenden Stücke in die Mundöffnung hinein zu stopfen. Ganz ähnlich nach Bau und Verrichtung verhält sich auch der nächste oder mittlere Kiefer (n), der aber in der Figur durch den hintern beinah ganz verdeckt wird. Was endlich die vordersten oder wie man sie gewöhnlich nennt, die Oberkiefer (α, β) betrifft, so sind sie die eigentlichen Schrotwerkzeuge. Im Gegensatz zu den verhältnismäßig zarten und in mehrere Lappen zerschnittenen Mittel- und Hinterkiefern, bilden sie ein einfaches, dickes balkenartiges Stück, das sich um die mit + bezeichnete Stelle dreht. Der längere Hebelarm (β), dient zum Ansatz der kräftigen Muskeln, der kürzere dagegen hat eine breite und mit stumpfen starken Zähnen versehene Endfläche. Beide Kiefer zusammen bilden eine Kneipzange, der auch die härtesten Beutestücke nicht widerstehen können.

An den Kieferfüßen und Kiefern des Krebses sind aber außer den als Kauladen oder Zangenschenkeln wirksamen Teilen noch andere zu unterscheiden, die zum Teil auch als mechanische Werkzeuge fungieren. Oben hat der Leser gehört, daß sich die Schwanzbeine in zwei Äste spalten. Dasselbe beobachtet man nun auch an allen sechs Paaren von Mundfüßen und besonders deutlich an den drei hintern. An der obigen Figur ist diese Spaltung der Kieferfüße ganz gut zu erkennen, namentlich aber an dem mit e und f bezeichneten. Die äußeren mit e' und f' markierten Äste sind weit schlanker als die inneren und führen gewöhnlich den Namen Taster. Einen solchen Taster sieht man u. a. auch an jedem Oberkiefer, wo er sich bogenförmig um die Kaulade herum krümmt und außer zum Betasten der Nahrung auch dazu dient, dieselbe in das Maul hineinzustopfen. Diese Außenteile haben aber zum Teil noch eine andere Bedeutung. Wie der Leser ohne Zweifel schon weiß atmen die Krebse durch Kiemen, die vom Grunde der Geh- und Mundbeine entspringen und die in einer durch die schalenartigen Seitenflügel des Rückenpanzers gebildeten Höhle liegen, die vorne und hinten durch eine enge Spalte nach außen mündet. Da sich aber

hier die Kiemen selbst nicht bewegen, so müssen andere Werkzeuge dafür sorgen, daß das Wasser der Kiemenhöhle erneuert oder in Strömung versetzt wird. Dies Geschäft fällt nun eben zum Teile den Außenanhängen der Mundteile zu, die in der vordern Spaltöffnung liegen und ununterbrochen hin- und herschwingen. Besonders wirksam erweist sich in dieser Beziehung ein schaufelartiger Fortsatz der Hinterkiefer (k), der, wie aus der Figur zu ersehen, tief in die auf dieser Seite durch Abbrechen des Deckels bloß gelegte Kiemenhöhle hineinragt und geradezu als Schöpfer wirkt.[43])

* * *

Wer auch nur eine einzige Schnecken- oder eine einzige Seesternart kennt, der hat doch schon einen Begriff, wie alle die übrigen Schnecken- oder die übrigen Seesternformen aussehen, denn die Grundgestalt oder die Physiognomie der genannten Tiere ist eine ziemlich gleichbleibende. Ganz anders steht es mit der Abteilung der Krebse, die sich wie keine zweite durch ihre geradezu ins Grenzenlose gehende Wandelbarkeit und Formenmannigfaltigkeit auszeichnet. Da sich nun aber diese Vielgestaltigkeit des Krebstypus auch auf den äußeren Werkzeuge-Apparat erstreckt, ja hier, in der Anpassung an die verschiedensten äußeren Lebensbedingungen, am allerdeutlichsten sich entfaltet und ausprägt, so muß ich dem Leser unbedingt, soll er anders auch nur eine beiläufige Vorstellung vom Werkzeugereichtum dieser bewundernswertesten Klasse von Gliederfüßlern bekommen, wenigstens noch einige Repräsentanten derselben vorführen.

Fig. 145.

Kiemenfußkrebs (Branchipus Grubei Dyb.) in nat. Gr. Männchen. f_1 Vorder-, f_2 hakenartige Hinterfühler, an eigentümliche Nebenwerkzeuge, k Kiemenfüße.

Als Vertreter einer der formenreichsten Unterabteilungen wolle man zunächst das in Fig. 145 dargestellte kleine Wesen der Betrachtung würdigen. Es ist ein, in mit zahlreichen

anderen interessanten Zwergkrustern in Lachen vorkommender Blatt- und Kiemenfüßler, so genannt, weil es statt der langen schlanken Beine des Flußkrebses plattenartige Anhänge trägt, die zugleich zur Ortsbewegung und zur Atmung dienen. Bei manchen dieser Kiemenfüßler zählt man beiderseits mehrere Dutzende solcher wie die Blätter eines Buches aneinanderliegender Lamellen und es giebt ein reizendes Schauspiel das ganze System von Anhängen schwingen zu sehen. Einen ungefähren Begriff vom Aussehen dieser Blattfüße giebt

Fig. 146.

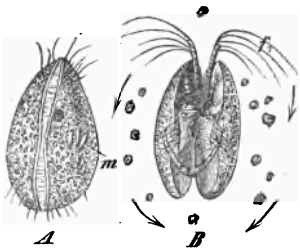
Zweiter Kiemenfuß eines Wasserflohes (Holopedium gibberum). Nach Zaddach. Stark vergr.

Fig. 146. Das Gebilde erinnert durch seine zahlreichen feingegliederten Randborsten beinahe an einen Vogelfittich und diese bis an die Spitze hohlen Chitinfedern erfüllen auch in der That denselben Zweck wie die Federn des letzteren. Von anderweitigen Werkzeugen unseres Blattfüßlers wolle man besonders die hinteren Fühler (f_2) beachten, die beim männlichen Tiere eine Zange zum Festhalten des Weibchens bilden.

Ein Hammerwerk, eine Säge oder eine ähnliche Maschinerie im engen Raum einer Nußschale ausgeführt, ist gewiß ein bewundernswertes Fabrikat, es kann sich aber nicht vergleichen mit dem in Fig. 147 abgebildeten Krebschen, das in einem zweiklappigen muschelartigen Gehäuse steckt, welches oft nicht größer

als ein Mohnkörnchen ist. Diese Klappen, die ganz so wie bei den Muscheln durch einen besondern quer ausgespannten Schließmuskel (Fig. A m) zusammengezogen werden, sind aber im grunde genommen nichts anderes als stärker entwickelte, vom Rücken entspringende Hautfalten, wie wir solche auch unter dem Namen der Kiemendeckel beim Flußkrebs haben. Vom Mechanismus dieser Muschelkrebschen und einiger verwandter zum Teil gleichfalls schalentragender Kruster, wie z. B. der muntern Wasserflöhe, wäre zwar viel Interessantes zu sagen, wir wollen aber den Leser nur auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam machen, daß hier die mächtigen oft verzweigten oder wenigstens mit langen Borsten versehenen Fühler es sind, welche die Ortsbewegung vermitteln. Fig. 148 zeigt uns ein anderes häufiges Zwergkrebschen, als Vertreter der sogenannten Spaltfüßer. Bei diesen Geschöpfen haben nämlich alle Beine die Beschaffenheit, wie die oben beschriebenen Anhänge am Flußkrebsschwanz. Nichtsdestoweniger fördern auch sie sich mehr durch die langen Ruderfühler und zum Teil durch den mächtigen Gabelschwanz. Die nächste Abbildung (Fig. 149) stellt dann einen der zahlreichen, namentlich auf den Kiemen der Fische schmarotzenden Spaltfüßler dar, und zwar um zu demonstrieren, welche sonderbaren Umwandlungen das parasitische Leben an den sonst der Bewegung dienenden Werkzeugen mit sich bringt. Das Merkwürdigste ist hier, daß die vordern armartigen Kieferfüße ($k f_1$) an der Spitze miteinander verwachsen und einen zur Fixierung geeigneten Saugnapf bilden. Von der eigentümlichen Anpassung der Mundteile bei diesen Schmarotzern soll Fig. 150 einen Begriff geben. Man beachte besonders, daß die oberen Kiefer (k_1), die

Fig. 147.



Muschelkrebs (Cypris fusca). A mit geschlossenen, B mit geöffneten Schalen, m Schließmuskel, f_1 Ruderfühler. Orig.

beim Flußkrebs zum Kauen dienen, hier in lanzenförmige Stechinstrumente umgewandelt sind, und aus einem besondern Saugrohr (e) hervorgestoßen werden.

Wenn ich oben sagte, daß uns die mechanische Ausrüstung des Flußkrebses keine Vorstellung davon geben könne, wie der Werkzeugeapparat bei vielen anderen Krustern beschaffen ist, so dachte ich vor allem an die sonderbaren Geschöpfe, die uns

Fig. 148.

Einauge (Cyclops 4. cornis).

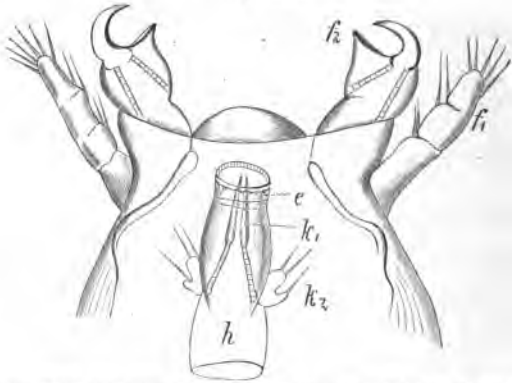
Fig. 149.

Fischlaus (Achterum percarum Nordm.), Weibchen, auf den Kiemen des Flußbarsches.

Fig. 151 vor Augen führt. Daß bei den Krebsen aus Falten der Haut ein muschelartiges Gehäuse hergestellt wird, haben wir zwar schon früher gesehen; das Überraschende ist hier aber, daß dies Gehäuse ganz so wie bei gewissen wirklichen Muscheltieren, den sog. Armfüßern, mit einem langen fleischigen Stiel an einer Unterlage festgeheftet ist. Indes deuten doch schon bei oberflächlicher Betrachtung die vielen in zahlreiche Glieder geteilten und mit langen Borsten besetzten Chitinfüße auf die Krebsnatur hin. Diese rankenartig einrollbaren Anhänge interessieren uns

aber hier deshalb, weil sie, nicht unähnlich den langen Tentakeln eines Moostieres, neben der Atmung zugleich zum Herbeistrudeln von Nährstoffen dienen. Unsere rankenfüßigen Krebse gleichen also faktisch auch hierin wirklichen Muscheltieren, nur besitzen sie mitunter in der Nähe des Mundes behufs Zerkleinerung der zugeschwemmten größeren Beuteobjekte besondere Kiefer, die bei dem in Fig. 152 abgebildeten Tier mit d bezeichnet sind. Letzteres Geschöpf stelle ich dem Leser aber deshalb vor,

Fig. 150.



Mundwerkzeuge eines auf dem Tintenfisch schmarotzenden Krebses (Penella varians) nach Wierzewski. f_1 Vorder-, f_2 in Klammerorgane umgewandelte Hinterfühler, e Saugrohr, k_1 dolchartige Oberkiefer. Stark vergr.

weil bei ihm seltsamerweise auch der den Leib umhüllende Mantel mit sehr auffallenden Werkzeugen, nämlich mit zwei dreizackigen Bohrern (b) und einem großen Haken (c) bewaffnet ist. Diese Instrumente dienen ihrem Besitzer dazu, sich tiefer in seinen Wohnsitz einzubohren und eventuell zu verhüten, daß er nicht durch andere Ansiedler, wie namentlich durch Moostiere eingemauert wird.

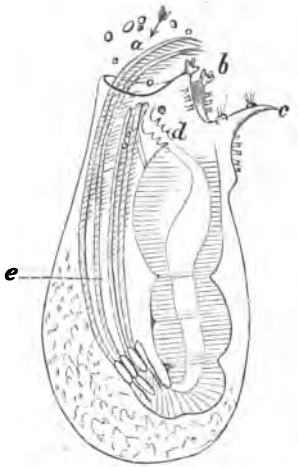
Für jene, die sich nie eingehender mit der Naturgeschichte der Krebse beschäftigten, habe ich zum Schlusse noch eine kleine Überraschung in Bereitschaft. Sie knüpft sich an das zierliche

kleine Geschöpf in Fig. 153. Dasselbe stellt einen dem Flußkrebs verwandten Zehnfüßler dar und zwar in dem Stadium, wo er das Ei verläßt. Wie man sieht hat dieses junge Tier oder diese Larve auffallend weniger äußere Werkzeuge wie das ausgebildete, nämlich nur drei Paare. Davon entsprechen die ersten zwei den Fühlern des fertigen Tieres, während das letzte gleichwertig mit den Oberkiefern ist. Alle diese, zum Teil in

Fig. 151.

Gruppe von rankenfüßigen Krebsen sog. Entenmuscheln (Lepas anatifera).

Fig. 152.



Nur 2 mm großer auf den Schalen der Ohrmuschel lebender Rankenfuß (Kochlorine hamata Noll). Nach Noll. b ein Paar Bohrwerkzeuge, c ein Haken auf dem Mantel, d Oberkiefer, e Rankenfüße.

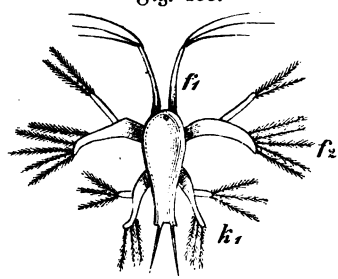
zwei Äste gespaltenen und mit schönen Federborsten ausgerüsteten Anhänge dienen zum Rudern, was auch recht hurtig von statten geht. Das Interessante an der Sache ist aber dies, daß nicht allein die höhern zehnfüßigen Krebse, sondern auch die niederen wie die Muschelkrebse, die Spaltfüßler und selbst die Rankenfüßler, trotz ihrer sonstigen großen Verschiedenheit als solche mit

sechs Rudern versehene Geschöpfe aus dem Ei hervorkommen. Das ist aber insofern wichtig, weil wir daraus schließen dürfen, ja es thun müssen, daß die zum Teil so sonderbaren Werkzeuge, wie wir sie z. B. bei den schmarotzenden Spaltfüßern finden, nicht von allem Anfang diese Form hatten, sondern dieselbe erst nachträglich durch Anpassung an entsprechende Existenzbedingungen erhielten.[44])

* * *

Halten wir uns gegenwärtig, daß die Wirbeltiere, trotz ihrer sonstigen großen Verschiedenheit, alle genau die gleiche Zahl von Gliedmaßen haben — nur einzelne verlieren beide Paare oder wenigstens eines davon — so muß es uns doch auffallen, daß bei den bisher betrachteten Arthropoden in dieser Hinsicht so außerordentlich schwankende Verhältnisse obwalten. Indessen giebt es auch unter ihnen zwei Abteilungen, bei denen die Anzahl der zur Ortsveränderung dienenden Hebel eine völlig gleiche ist. Es sind dies einmal die spinnenartigen Tiere, welche stets acht und dann die Insekten, welche immer sechs Füße besitzen. Diese Füße der Spinnen und Insekten — das müssen wir allem übrigen vorausschicken —, nehmen aber am Körper, den sie stützen oder vorwärts tragen, einen ganz andern Platz wie die Beine des Flußkrebses ein. Wie man dies wissen oder behaupten kann, erhellt aus folgendem. Der Flußkrebs hat bekanntlich drei Paare von Kiefern. Ebenso viele hat auch ein Insekt. Beim Flußkrebs folgen dann, wie der Leser gleichfalls gesehen hat, drei Paare von sogen. Kieferfüßen. Da nun beim

Fig. 153.



Erste (sog. Nauplius-) Larvenform eines höhern Krebses (Penaeus). Nach Fr. Müller. f_1 Vorder-, f_2 Spaltfußartige Hinterfühler. k_1 Spaltfußartige Anhänge der Oberkiefer. Vergrößert.

Insekt an die eigentlichen Kiefer sich gleich die drei Paar Beine anschließen, so muß man, falls zwischen den verschiedenen Gliederfüßlerklassen überhaupt ein natürlicher Zusammenhang besteht, unbedingt annehmen, daß die Beine der Insekten die Stelle der Krebskieferfüße inne haben und wer sich an alle die funktionellen Verwandlungen und Rückverwandlungen der Krebsgliedmaßen erinnert, wird in diesem Verhalten auch gar nichts Auffallendes erblicken. Obzwar die Spinnen um ein Paar Beine mehr wie die Insekten haben, so ist die vorgetragene Deutung des mechanischen Außenapparates doch auch auf sie anwendbar. Das Plus eines Beinpaares erklärt sich nämlich einfach damit, daß bei den Spinnentieren die gewissen als Taster bekannten Außenanhänge der Hinterkiefer (auch Unterlippe genannt) gleichfalls zur Ortsbewegung herangezogen und den eigentlichen Beinen zugesellt sind.

Fig. 154.

Skorpion.

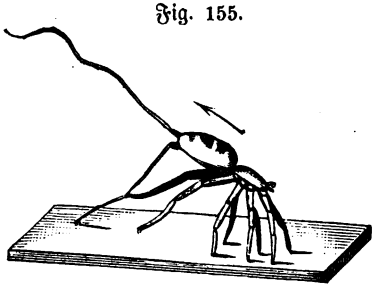
Machen wir uns nun, auf das Detail übergehend, zunächst mit der mechanischen Ausrüstung der Spinnentiere bekannt.

Da mag wegen seiner an die Gliederung der Krebse erinnernden Bildung in erster Linie der Skorpion (Fig. 154) betrachtet werden. Das interessanteste Werkzeug an ihm ist wohl der lange aus schmalen Gliedern sich zusammenfügende Schwanz, der hier aber bekanntlich nicht zur Ortsbewegung, sondern zum Stechen eingerichtet ist. Statt einer Flosse oder Rudergabel trägt er nämlich eine nadelscharfe Spitze, durch welche das im bauchig erweiterten Endglied zur Absonderung gelangende Gift in die Stichwunde eingespritzt wird. Nächst dem vom übrigen Körper abgesetzten Stechschwanz sind es dann die am Vorderende angebrachten Scheren, welche an gewisse krebsartige Tiere gemahnen. Diese Anhänge entsprechen den Tastern des

zweiten Kieferpaares. Vom mechanischen Standpunkt aus bildet aber der Stechschwanz mit den Scheren einen einzigen Apparat. Während nämlich die Scheren das lebende Beuteobjekt ergreifen, wird der Schwanz oben über oder auch seitlich derart nach vorne gekrümmt, daß der mörderische Stachel das zappelnde Opfer bequem durchbohren kann.

Ganz anderer Art ist der Mechanismus einer eigentlichen Spinne, wie wir sie in Fig. 155 sehen. Der hintere Teil des Körpers ist hier gar nicht gegliedert, sondern stellt einen einfachen Sack vor, der aber mit dem vordern, der Kopfbrust, von der die Mundteile und Beine entspringen, ähnlich wie bei einer Wespe nur mit einem dünnen Stiel zusammenhängt und somit wenigstens als Ganzes bewegt werden kann. Unsere Abbildung macht es uns dann einigermaßen begreiflich, warum denn die Spinnen um ein Paar Beine mehr als die Insekten benötigen. Wie man sieht hält sich unser Tier bloß mit den sechs vorderen Beinen, während die hinteren damit beschäftigt sind, von den Spinnwarzen einen Faden auf die Unterlage zu ziehen, um das Tier festzubinden. Dies geschieht u. a. auch dann, wenn sich eine Spinne vermittelst eines ausgeschleuderten langen Faden vom Winde, dessen Richtung durch den Pfeil angedeutet ist, forttragen läßt und auf ihrer Luftfahrt aus irgend einem Grunde halt machen will.

Fig. 155.



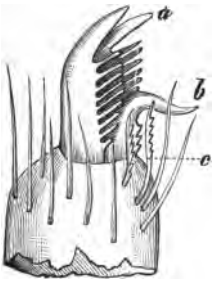
Eine fliegende Spinne nach Emerton.

Überaus interessant sind die Endwerkzeuge der Webespinnenfüße. Wie man in Fig. 156 erkennt, hat jeder Fuß zweierlei Endhaken oder Klauen, nämlich eine unpaare Mittelklaue (b), die vorwiegend nur als Stütze beim Laufen dient und dann ein Paar unter sich gleicher Seitenklauen (a), die zierlichen Kämmen

gleichen und zum Ausziehen, Glätten und Ordnen der Spinnfäden dienen. Letzterem Zweck haben sich aber auch einzelne Borsten der Beugeseite angepaßt, indem (c) ihr Rand mit sägeartigen Zähnen ausgestattet ist. Bei vielen durch ihre hüpfende Bewegung ausgezeichneten Spinnen findet man statt der Geh- oder Trittklaue ein Büschel am Ende spatelartig erweiterter Haare, die als Haftapparate wirken.

Der Leser erinnert sich noch, daß bei den Bandasseln das erste Beinpaar in eine kräftige Beißzange umgewandelt ist, deren

Fig. 156.



Fußende der Kreuzspinne nach Emerton. a kammartige Webeklauen, b unpaare Trittklaue, c sägeförmige Borsten. Vergr.

Fig. 157.

Fangwerkzeuge der Kreuzspinne.

spitz auslaufende Schenkel von einem giftführenden Kanal durchbohrt sind. Einen ganz analogen Apparat besitzen nun auch die echten Spinnen (Fig. 157). Derselbe befindet sich aber ganz vorne an der Firste des Kopfes, wo bei anderen Gliederfüßlern die Fühler stehen. Eine solche Zurichtung der Fühler hat aber für uns nichts Befremdendes mehr, denn bei den Krebsen haben wir ja ähnliche Umwandlungen schon kennen gelernt.[45])

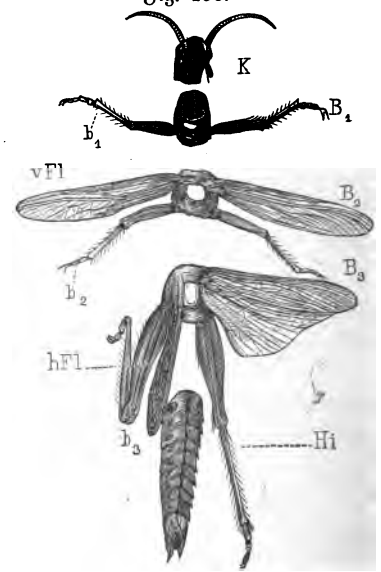
* * *

Wenn eine Maschine für um so vollkommener gilt, je mehr verschiedene Arbeiten sie bei einer verhältnismäßig einfachen Zusammensetzung auszuführen im stande ist, so muß man unter

allen Gliederfüßlern vom mechanischen Standpunkt aus unbedingt den Insekten den ersten Preis zuerkennen.

Verschaffen wir uns, ehe wir nähere Vergleichnngen über die Leistungsfähigkeit der Insektenmaschine anstellen, mit Hilfe beistehender Figur eine Übersicht über ihre Hauptteile. Der Körper der Insekten gliedert sich bekanntlich in drei aufeinanderfolgende Abschnitte, die mitunter, wie z. B. bei einer Wespe, nur durch dünne Stiele zusammenhängen. Diese Abschnitte sind der Kopf (K), die Brust (B_1—B_3) und der Hinterleib (Hi). Von diesen drei Hauptteilen bildet nur der Kopf eine einfache Kapsel, während die zwei anderen oder die Rumpfabschnitte ihrerseits wieder in ringartige Teile zerfallen. Solcher hat die Brust drei, der Hinterleib eine größere Zahl, bis zehn oder elf. Auf diese Stammabschnitte verteilt sich nun der Werkzeugeapparat in folgender Weise. Der Kopf hat ein Paar Fühler und drei Paar Kiefer oder diesen entsprechende Anhänge. Am nächsten Abschnitt, der Brust, sind dann fünf Paar Gliedmaßen, nämlich an jedem Ring ein Paar Beine und außerdem an der Mittel- und Hinterbrust je ein Paar vom Rücken entspringender Flügel, die meist als Vorder- und Hinter- oder als Ober- und Unterflügel unterschieden werden. Der Hinterleib endlich hat im Gegensatz zu den Krebsen meist gar keine gliedmaßenartigen Anhängsel oder nur zwei

Fig. 158.



Äußere Hauptteile einer Heuschrecke.

bis drei Paare am Ende desselben. Letztere sind dann meist wie z. B. am Stachel der Wespen zu einem einheitlichen Werkzeug verbunden. Alles in allem besitzt also ein Insekt, wenn wir von den letzterwähnten Instrumenten absehen, nur 9 Paar Anhänge, während der Flußkrebs deren 18, nämlich 2 Paar Fühler, 6 Paar Kiefer, 5 Paar Geh- und 6 Paar Schwimmbeine aufweist. Trotz alledem läßt sich leicht zeigen, daß das nächstbeste Insekt dem an Werkzeugen viel reicheren Flußkrebs hinsichtlich der Mannigfaltigkeit seiner Leistungen weit überlegen ist. Vergleichen wir letzteren z. B. zunächst mit einem Schwimmkäfer und zwar betreffs des Ortsbewegungsvermögens. Allerdings muß man zugeben, daß der Schwimmkäfer in seinem eigentlichen Element nicht so rasch vorwärts kommt wie der Flußkrebs — es stehen ihm auch in seinen Hinterbeinen nur ein einziges Paar Ruder zu Gebote — doch man vergesse nicht, daß der Schwimmkäfer auch fliegen, also in ein Medium sich erheben kann, das nicht nur dem Krebs und der Spinne, sondern allen Wirbellosen mit Ausnahme der Insekten unzugänglich ist.

Die fünf Paare von Bewegungswerkzeugen der Insekten leisten aber nicht nur in bezug auf die Ortsveränderung mehr als die elf Paar Flußkrebsbeine; sie sind — und darin zeigt sich die hohe Vollendung der Insektenwerkzeuge besonders deutlich — außerdem vielfach noch zu anderen Arbeiten befähigt, welche die lokomotorischen Krebsgliedmaßen entweder gar nicht oder doch nicht so vollkommen auszuführen imstande sind. Nur ein paar Beispiele. Der Leser weiß, daß der Flußkrebs seine vorderen Beine nicht bloß zum Gehen, sondern auch zum Ergreifen und Zerkleinern der Beuteobjekte verwendet. Aber wie roh und plump geschehen diese Arbeiten, wenn wir sie mit jenen vergleichen, welche die Biene mit ihren Beinen besorgt. Die Biene vermag nämlich mit dem bürstenartigen Endteil ihrer Hinterfüße nicht allein den Pollen von den Blüten abzuscheuern; wie allgemein bekannt ist, sind die genannten Bewegungswerkzeuge auch dazu eingerichtet, in einem besondern Abschnitt derselben

der deshalb das Körbchen heißt, einen größeren Vorrat von diesem Nährmaterial anzusammeln und heimzutragen, was begreiflicherweise eine große Ersparnis an Kraft und Zeit ist. Nicht weniger interessant ist eine zweite Nebenvorrichtung, die in gleicher Weise den Geh- wie den Flugwerkzeugen zukommt. Ich meine die, daß diese Gliedmaßen bei manchen Insekten als musikalische Werkzeuge dienen. Bei vielen Schnarrheuschrecken ist die Innenseite der starken Hinterschenkel mit einer Reihe federnder Zapfen ausgerüstet, die nichts anderes als umgewandelte Haare sind, und indem nun das Tier dieses Glied wie einen Fiedelbogen an den Seiten des Körpers oder der Oberflügel auf- und niederstreift, entstehen jene lauten schnarrenden Töne, die wir im Sommer oft genug zu hören bekommen. Bei den Grillen und den Laubheuschrecken sind es dagegen die Ober- oder Deckflügel, welche mit besonderen Zirpadern versehen sind, und wenn sie gegeneinander gerieben werden, einen oft sehr gellenden Ton erzeugen.

Eine ähnliche Vielseitigkeit des Leistungsvermögens beobachtet man aber auch an den Mundwerkzeugen. Jeder Leser bewundert die aus einer papierartigen Masse bereiteten Nester gewisser Wespenarten, er denkt aber selten daran, wie wohl dieser Baustoff dargestellt wird. Nun die Wespe hat hiezu keine anderen Behelfe, als jene, womit sie die Nahrung aufnimmt. Mit ihnen nagt und schabt sie das Rohmaterial ab, aus dem der Papierstoff gemacht wird, mit ihnen knetet sie die mit Speichel durchfeuchtete Mischung durcheinander und mit ihrer Hilfe allein endlich zieht sie die fertige Masse in lange dünne Bänder, die dann unter Assistenz der Beine, welche letzteren also auch Bauwerkzeuge sind, in die gehörige Lage gebracht werden.

Es ist in der That staunenswert, wieviel die Insekten im Vergleich zu anderen Gliederfüßlern mit ihren wenigen Werkzeugen auszurichten vermögen. Unser eigener Körper ist in vieler Beziehung — man denke nur an die Hand und die Zunge — gewiß ein unübertrefflicher Mechanismus, der des Insekts aber ist im ganzen noch weit kunstvoller, weit bewundernswerter.

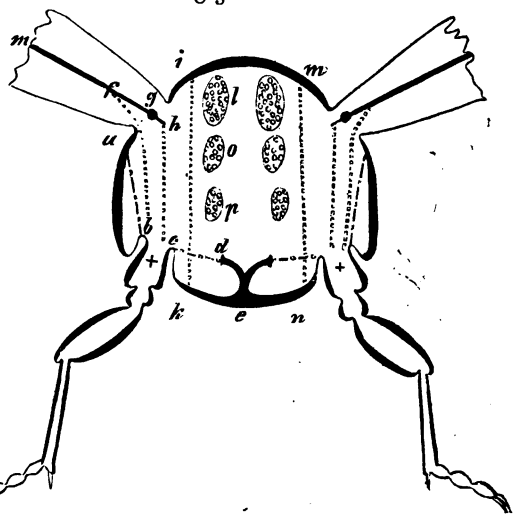
Doch wenden wir uns nun zum Einzelnen. Dabei gedenke ich aber keineswegs alle verschiedenen Formen von mechanischen Werkzeugen zu schildern, die bei den Insekten überhaupt vorkommen, — hierzu würde der Raum selbst dann fehlen, wenn das ganze Büchlein ausschließlich nur diesem Gegenstand gewidmet wäre — ich will den Leser nur mit einigen jener Instrumente bekannt machen, die ausschließlich nur den Insekten eigentümlich sind und die nebstbei noch durch ihre Konstruktion an und für sich unser besonderes Interesse erregen.

Beginnen wir mit den zur Bewegung dienenden Werkzeugen, so sind es natürlich in erster Linie die Flügel, deren Mechanismus einer kurzen Erläuterung bedarf. Der Anlage nach sind die Insektenflügel taschenartige Ausstülpungen am Rücken des Brustkastens, die anfangs meist seitlich an demselben herabhängen. Solche Gebilde besitzen aber keineswegs die Insekten allein, denn die bekannten seitlichen Kiemendeckel des Flußkrebses oder die schalenartigen Rückenauswüchse der Muschelkrebse, der Daphnien u. s. f. sind im wesentlichen genau dasselbe. Das Unterscheidende ist nur, daß die erwähnten Rückenanhänge bei den genannten Krebsen vorwiegend nur Schutz-, bei den Insekten dagegen Bewegungswerkzeuge sind. Indes besteht auch in dieser Hinsicht eine gewisse Analogie, denn einerseits dienen die echten Insektenflügel, wie z. B. bei den Käfern, auch zum Teil als Schutzdecken und andererseits werden ja u. a. die mit besonderen Muskeln versehenen Schalen der Muschelkrebse gleichfalls zur Bewegung benutzt.

Die Mechanik der ausgebildeten Insektenflugwerkzeuge wird der Leser am besten begreifen, wenn wir zur Vergleichung einen Vogelflügel heranziehen. Letzterer hat bekanntlich im Wesentlichen dieselbe Konstruktion wie unser Arm und die abwechselnde Vergrößerung und Verkleinerung des durch die angehängten Schwungfedern sehr verbreiterten Flügels beruht im wesentlichen auf demselben Prinzip, wie die Schwimmbewegung unseres Armes, also darauf, daß die aufeinanderfolgenden mit Muskeln versehenen Glieder des Flügels gegen einander gebeugt und dann

wieder gestreckt werden. Ganz anders verhält es sich mit dem Insektenflügel. Derselbe hat nicht die Gliederung und die Muskulatur eines mehrteiligen Beines, sondern er stellt eine breite dünne und elastische Platte vor, die gar keine Muskeln außer an ihrer Basis hat und die daher ähnlich einem künstlichen Schiffsruder auch nur von hier aus auf- und niederbewegt wird.

Fig. 159.



Schema des Flügelmechanismus eines Insekts (Schmetterling). mh Flügelrippe, g Drehpunkt derselben, ch Muskel zum Niederschlagen, bf zum Heben der Flügel, ik u. mn Muskeln zum Abplatten, lop zum Heben der Brustrückenplatte. Orig.

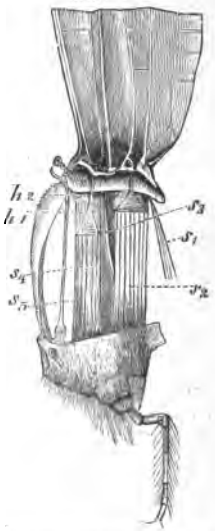
Einen Ersatz für die fehlende Längsgliederung besitzt aber der Insektenflügel in seiner Quergliederung. Jede der Hauptrippen nämlich, welche ihn vom Grunde aus durchziehen, hat an ihrer Wurzel nicht nur ihr besonderes oft sehr kunstvolles Gelenk, sondern auch ihre eigenen Muskeln, und die Folge davon ist, daß die ganze Platte nach Art eines Fächers ihrer ganzen Länge nach zusammengelegt und wieder entfaltet werden kann.

Ungemein einfach gestaltet sich im Vergleich zum Vogelflügel

der zur Bewegung der Insektenflügel dienende Muskelapparat, von dem zunächst Fig. 159 eine Vorstellung geben soll.

In diesem Schema bedeutet h m eine Flügelrippe und g den Punkt an ihrer Wurzel, um den sie sich auf- und niederbewegt. Die zum Heben und Senken des Flügels dienenden Muskeln sind mit f b und h c bezeichnet und liegen, wie man sieht, beide an der Seite des Brustkastens. Der Muskel h c, der innerhalb des Drehpunktes angreift, hebt den Flügel offenbar in die Höhe, während umgekehrt der Muskel b f, der sich außerhalb des Drehpunktes ansetzt, ihn niederzieht. In Fig. 160 ist die Seitenwand der Mittelbrust einer Libelle entfernt und man überblickt hier die Flügelmuskeln in ihrer natürlichen Anordnung. Es sind, wie man bemerkt, zwei Systeme von solchen, nämlich ein äußeres (s_1—s_5) und ein inneres h_1—h_2). Jedes dieser Systeme besteht aber im allgemeinen aus so vielen Einzelmuskeln, als selbständig bewegliche Rippen oder Hebel vorhanden sind. Wie man ferner bemerkt, greifen diese Muskeln nicht direkt am Flügel an, sondern die Verbindung geschieht mittelst einer dünnen Sehne, die zur Befestigung des oberen Muskelendes mit einer mützenartigen, in unserer Seitenansicht aber dreieckig erscheinenden Verbreiterung versehen ist.

Fig. 160.



Flügelmuskeln einer Libelle s_1—s_5 zum Heben und Drehen, h_1—h_2 zum Niederschlagen und Drehen. Orig.

Eine ganz besonders interessante Eigentümlichkeit der Flugmaschine vieler Insekten ist die, daß ihre Flügel auch durch Muskeln bewegt werden, die gar nicht unmittelbar an ihnen selbst angreifen. Hievon kann man sich z. B. an einem größeren Schmetterling überzeugen. Drückt man den Brustkorb eines solchen mittelst zweier Finger in der Richtung von oben nach unten zusammen, so

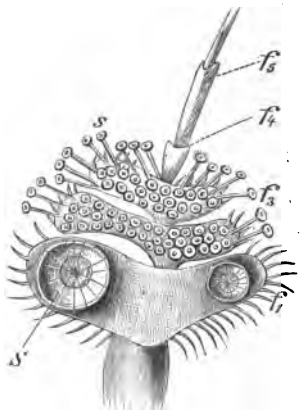
schnellen die Flügel in die Höhe und appliziert man den Druck in der Richtung von vorn nach hinten, so senken sie sich. Beim genannten Insekt und bei vielen anderen, z. B. den Fliegen, den Bienen u. s. f. sind aber auch in der That Muskeln vorhanden, und zwar zum Teil ungemein kräftige, die zur Abplattung resp. zur Hebung der Rückenplatte des Brustkorbes dienen und die dadurch mittelbar die Bewegung der Flügel unterstützen. In der früheren Figur 159 sind die Abplattungsmuskeln mit ik und mn, die entgegengesetzt wirkenden, die u. a. bei den Schmetterlingen fast den ganzen Innenraum der Brust ausfüllen, mit l o und p bezeichnet.

So merkwürdig auch die Flugwerkzeuge der Insekten sind, so giebt es doch an den anderen Bewegungsorganen derselben, ich meine an den Füßen Einrichtungen, welche unsere Bewunderung nicht weniger verdienen. Dabei habe ich zunächst nicht die merkwürdigen Modifikationen vor Augen, vermöge welcher diese Gliedmaßen zum Schwimmen, zum Laufen auf dem Wasserspiegel und zum Graben geschickt sind, sondern ich denke vor Allem an jene Einrichtungen, die es vielen unserer Tiere gestatten, sich an glatten Körpern festzuhalten, in welche, die gewöhnlichen spitzigen Fixierungsinstrumente, nämlich die Endkrallen der Beine, nicht eingehakt werden können.

Das allerauffallendste Beispiel einer solchen Haftvorrichtung bieten uns die Vorderbeine der Männchen gewisser Wasserkäfer, die am weiblichen Körper so fest hängen, daß man eine bedeutende Kraft anwenden muß, um sie loszureißen. Fig. 161 zeigt den Endabschnitt oder Fuß eines solchen Beines, dessen drei erste Glieder (f_1—f_3) ganz außerordentlich verbreitert sind. Auf der Haftfläche des ersten dieser drei Glieder sieht man nun zwei große schüsselartige Anhänge, die einen sofort an die bekannten Saugnäpfe eines Tintenfisches erinnern, welche auch in der That den gleichen Zweck haben. Das Eigentümliche an unseren Chitinnäpfen ist aber dies, daß sie gar keine Muskeln besitzen, welche den Hohlraum der der Haftfläche anliegenden Näpfe ver-

größern und dadurch einen äußeren Überdruck erzeugen könnten. Das Haften hat man sich hier vielmehr durch die Elastizität der Näpfe, d. i. in ähnlicher Weise zu erklären, wie das der gewissen Kautschukplatten, die man zum Tragen verschiedener Gegenstände an die Schaufenster der Auslagen andrückt. Ähnliche Haftgebilde wie am ersten Fußglied sieht man dann auch auf den folgenden zwei sowie bei den Weibchen, nur sind dieselben weit kleiner und auf langen beweglichen Stielen befestigt. Letztere Formen erregen aber noch besonders deshalb unser Interesse, weil sie uns zeigen, daß diese Anhänge nichts anderes als umgewandelte, d. i. am Ende erweiterte Haare sind.

Fig. 161.



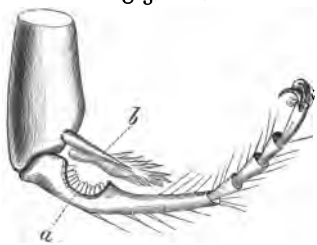
Vorderfuß eines Schwimmkäfer-Männchens (Eunectes griseus) nach Simmermacher. f_1—f_5 die fünf Fußglieder. S große, s kleine Saugnäpfe Vergr.

Die Saugnäpfe der Schwimmkäferbeine haften aber nicht bloß infolge der beschriebenen mechanischen Einrichtung, sondern auch deshalb, weil sie aus besonderen Drüsen fort und fort mit einer stark klebrigen Substanz überzogen werden. Von der Absonderung dieses Klebstoffes überzeugt man sich am besten, wenn man einen früher gut abgetrockneten Schwimmkäferfuß an eine Glasplatte andrückt und letztere dann mit der Lupe mustert. Man sieht einen vollständigen Abdruck aller größern und kleinern Saugnäpfe, den man nach erfolgter Eintrocknung des offenbar sehr dickflüssigen Haft-Sekretes leicht aufbewahren kann. Dieses Sekret stammt aus ähnlichen einzelligen Drüsen, wie sie Dewitz bei verschiedenen Kletterinsekten nachgewiesen hat.[47])

Jeder Leser dürfte schon beobachtet haben, daß die meisten Insekten in ihren Mußestunden sich mit der Reinigung ihrer

Toilette beschäftigen und daß sie hiebei eine ganz besondere Sorgfalt den Fühlern zuwenden, an denen sie das geringste Stäubchen zu genieren scheint. Diese Fühlerreinigung geschieht am häufigsten mit Hilfe der Vorderbeine und besitzen letztere zu diesem Behufe nicht selten besondere Einrichtungen, die, so unscheinbar sie auch oft sind, dennoch unser Interesse verdienen. Fig. 162 soll dem Leser einen Begriff von einem solchen Putzwerkzeug geben, wie man, es am Vorderbein gewisser Bienenarten findet. Die Vorrichtung ist ebenso einfach als zweckentsprechend. Sie befindet sich an der Basis des ersten Fußgliedes und besteht aus zwei Teilen. Der eine Teil (a) ist eine in einem halbkreisförmigen Ausschnitt des ersten Fußgliedes befindliche Bürste aus feinen Härchen. Der andere Teil (b) dagegen wird von dem spornartigen Fortsatz am unteren Ende der Schiene gebildet, der an den meisten Insektenbeinen vorkommt. Hier ist aber der Stachel noch mit einem gefransten Hautsaum versehen, der, wenn der Fühler durch die halbkreisförmige Bürste durchgezogen wird, offenbar als Wischlappen dient. Ein jüngerer Forscher, Dahl, der diese merkwürdigen Putzbürsten genauer studierte, fand solche u. a. auch in der Kniebeuge, und zwar, wenn ich mich recht erinnere, bei einem Kurzdeckflügler.

Fig. 162.



Putzfuß einer Imme (Nomada flava). a erstes Fußglied, b Schienensporn. Orig.

Die allermerkwürdigsten Werkzeuge der Gliederfüßler, wurde bei einer früheren Gelegenheit gesagt, sind jene, die aus einer Vereinigung oder Kombination mehrerer Paare von Anhängen bestehen. Hiebei dachte ich vor allem an die zum Teil überaus komplizierten und eigenartigen Mundwerkzeuge der Insekten, über deren Konstruktion ich nun den Leser ein wenig orientieren will.

Verhältnismäßig leicht findet man sich bei jenen Kerfen

zurecht, die, wie die meisten Käfer, ferner die Netz- und Geradflügler eine feste Kost zu sich nehmen und dieselbe zerkleinern oder kauen. Diese Insekten besitzen nämlich hiezu drei Paar Kiefer, die im wesentlichen mit jenen des Flußkrebses übereinstimmen. Ein Hauptunterschied ist nur der, daß hier die Oberkiefer keinen Taster tragen und daß ferner das dritte Kieferpaar, die sog. Unterlippe, in der Regel nicht eine Kauzange, sondern ein mehr oder weniger löffelartiges Werkzeug ist, das ähnlich unserer Unterlippe und Zunge dazu dient, die Nahrung in den Mund hineinzuziehen.

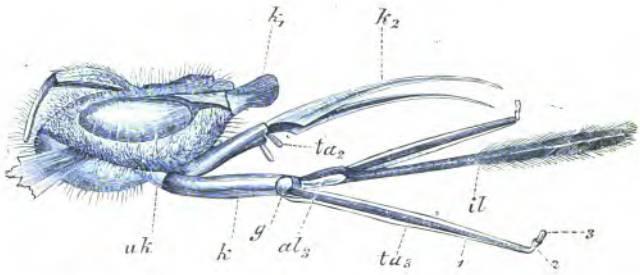
Ganz andere Formen nimmt dagegen dieses sechsteilige Mundbesteck bei jenen Insekten an, deren Nahrung eine flüssige ist, und ergeben sich wieder weitere Unterschiede, je nachdem die betreffende Nährflüssigkeit, wie z. B. der Honig der Blüten offen zu Tage liegt, oder, wie etwa das Blut, von dem viele Schmarotzer leben, erst durch besondere Stechapparate zugänglich gemacht werden muß.

Betrachten wir zunächst die Mundausrüstung einer Hummel, die sich bekanntlich von Flüssigkeiten nährt, die ohne Anwendung von Stechvorrichtungen zu erlangen sind. Die Ausrüstung besteht hier aus zwei ganz verschiedenen Werkzeugen, nämlich einmal aus einer derben Zange, die völlig den Oberkiefern der Kaukerfe entspricht und u. a. bei der Bearbeitung der Neststoffe eine große Rolle spielt, und dann aus dem zum Auflecken des Honigs dienenden auffallend langgestreckten Apparat, den man Rüssel heißt.

Breiten wir die mannigfaltigen Teile, aus denen letzterer sich zusammensetzt, wie dies in dem in Fig. 163 abgebildeten Präparat geschehen, auseinander, so erkennen wir bald, daß zwei Hauptabschnitte zu unterscheiden sind, nämlich ein oberer (k_2) und ein unterer ($k_1 il_3$), und es ist also naheliegend, ersteren mit dem zweiten und letzteren mit dem dritten Kieferpaar oder der Unterlippe der Kaukerfe zu ver-

gleichen. Diese Vergleichung rechtfertigt auch die Detailbetrachtung. Besehen wir zunächst den obern Abschnitt. Man bemerkt hier ein längliches unpaares Grundglied, das, wie man beachten wolle, unterseits eine Furche bildet, dann ein Paar kleine Anhänge (ta_2), welche sich als Taster erweisen, und endlich ein Paar langer rinnenartig ausgehöhlter Schienen (k_2), die sich ohne weiteres mit den Kauladen echter Kiefer vergleichen lassen. Minder leicht erscheint es auf den ersten Blick im untern Ab-

Fig. 163.



Kopf einer Hummel. ol Oberlippe, k_1 Oberkiefer, k_2 Unterkiefer, ta_2 ihre rudimentären Taster, uk Unterkinn, k Kinn, g Gelenk, al_3 Außenladen, il_3 zu einem hohlen Pinsel verwachsene Innenladen, ta_3 Taster der Unterlippe. Orig.

schnitt die Bestandteile der Unterlippe herauszufinden, es gelingt indes ebenfalls. Auch hier sehen wir am Grunde ein langes unpaares Stück (u k_1 k), das dem Unterkinn und Kinn der Kaukerf-Unterlippe entspricht, und das, analog dem Grundteil des obern Abschnittes, oberseits ausgehöhlt ist. Am Ende dieses stielförmigen Teiles entspringen dann nicht weniger als fünf Anhänge. Von diesen erinnern die zwei langen mit ta_3 bezeichneten Schienen an die rinnenförmigen Laden des obern Abschnittes; sie sind aber, wie die beiden kleinen Endglieder (2 u. 3) zeigen, nicht als solche, sondern vielmehr als

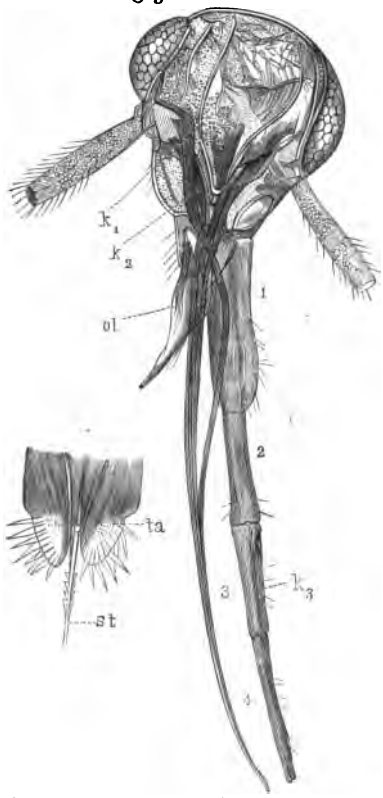
Taster der Unterlippe aufzufassen. Von den noch übrig bleibenden drei Anhängen haben wir ein Paar kurze Blättchen (al_3) und dann einen langen mittleren Fortsatz (il_3) zu unterscheiden. Letzterer ist das Hauptorgan des Rüssels und entspricht den verwachsenen Innenladen oder der Zunge der Kaukerunterlippe, während die erwähnten Blättchen die Außenladen sind. Von der Zunge müssen wir noch wenigstens bemerken, daß sie infolge ihres geringelten Baues ganz außerordentlich biegsam ist und durch ihre dichte pinselartige Behaarung sich in ausgezeichneter Weise dazu eignet, von den Blüten die Honigsäfte abzuwischen.

Das Wunderbare am Hummelrüssel sind aber weniger die Einzelteile als solche als vielmehr die Art und Weise, wie diese zu einem einheitlichen Ganzen verbunden sind. Mechanisch betrachtet ist der Rüssel ein aus mehreren Längsschienen zusammengesetztes und daher erweiterungsfähiges Rohr, in welchem sich das eigentliche Aufnahmeorgan, nämlich die Zunge, auf und nieder bewegt. Dieses Zungenrohr oder Zungenfutteral besteht oberseits aus den beiden Rinnenladen der zweiten und unterseits aus den Tastern des dritten Kieferpaares. Am Grunde des Rüssels geht dann die Höhlung dieser Scheide über in den Kanal, der durch die erwähnten zwei rinnenförmigen Grundstücke der Unterkiefer und der Unterlippe gebildet wird, und steht endlich in Verbindung mit einem innerhalb der Schädelkapsel befindlichen Pumpwerk, von dem der Leser später einen Begriff bekommen wird. Das Saugrohr des Hummel- und überhaupt des Immenrüssel erregt aber nicht nur dadurch unser Interesse, daß es vermöge seiner Zusammensetzung erweitert und verengt werden kann, es läßt sich nebstbei noch wie ein Taschenmesser einklappen und zwar vermittelst einer Maschinerie, die so kompliziert ist, daß sie sich ohne weitläufige Beschreibungen und Abbildungen unmöglich erklären läßt.[48])

Wenige, die von einer Wanze gestochen werden, haben wohl eine Ahnung davon, daß dies mit einem Apparate geschieht, dessen Konstruktion weit mehr Bewunderung verdient als irgend eine

noch so kunstvolle und komplizierte künstliche Bohrmaschine oder irgend ein analoges chirurgisches Instrument. Ich will es versuchen dem Leser von diesem Kabinettstück der Insektenmaschinerie, über das ein jüngerer ausgezeichneter Forscher O. Geise[49]), vor kurzem eine wegen ihrer Sorgfalt wahrhaft bewundernswerte Arbeit lieferte, wenigstens eine annähernde Vorstellung zu verschaffen. Der Rüssel der Wanzen zeichnet sich vor dem der Immen vor allem dadurch aus, daß an seiner Zusammensetzung, abgesehen von der Oberlippe, nicht nur zwei, sondern sämtliche drei Kieferpaare beteiligt sind. Welche Rolle aber dabei die einzelnen drei Abschnitte spielen, soll zunächst Fig. 164 lehren. Der dem Umfang nach größte Teil ist die aus vier Gliedern zusammengesetzte Unterlippe (k_3), welche durch die zum Teil in ihr selbst gelegenen Muskeln gegen die Brust zurückgeschlagen und wieder aufgerichtet werden kann. An der Wurzel (1) bildet sie eine offene Rinne, während sie gegen die Spitze zu, in eine bis auf einen engen Spalt geschlossene Kanüle über-

Fig. 164 u. 165.



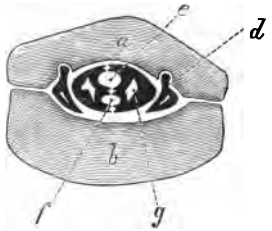
164. Mundwerkzeuge einer Feldwanze (Calocoris) ol Oberlippe, k_3 Unterlippe, k_1, k_2 die in Stechborsten umgewandelten Ober- und Unterkiefer. 165. Spitze des Wanzenrüssels, st der aus der Scheide hervorgestoßene Stachel. ta Tastborsten. Orig.

geht. Soweit dies Rohr am Wurzelgliede offen, wird sie durch die zungenförmige Oberlippe gedeckt. Dies Unterlippenrohr ist nur die Scheide oder das Futteral, in der sich der eigentliche aus vier Borsten zusammengesetzte Stachel, der in Fig. 165 an der Spitze hervortritt, auf- und niederbewegt; es ist aber zu bemerken, daß auch die Spitze der Scheide selbst zum Bohren geeignet ist. Von den erwähnten vier Stechborsten entspricht das eine Paar den Ober-, das andere den Unterkiefern. Es sind also hier, im Gegensatz zum Immenrüssel, gar keine besonderen Tasteranhänge entwickelt. Wie man gleichfalls

Fig. 166.

Querschnitt durch den Rüssel einer Wanze (Nepa) nahe seiner Wurzel. a Ober-, b Unterlippe, c Stachel. Nach O. Geise.

Fig. 167.



Derselbe Querschnitt stärker vergrößert. a Ober- b Unterlippe, d Oberkiefer-, g Hohlraum der Unterkieferborsten, e Saug-, f Speichelkanal. Nach O. Geise.

noch auf der früheren Zeichnung sehen kann, entspringen die Stechborsten weit hinten in der Kopfkapsel und zwar offenbar deswegen, damit ein genügender Spielraum zu ihrem Vorstrecken vorhanden ist. Das Interessanteste am Wanzenrüssel ist nun aber das, wie die eben genannten und die anderen Teile desselben an und in einandergefügt und zu einem festen und doch beweglichen Ganzen verbunden sind. Die betreffenden Verhältnisse, die erst Geise völlig aufklärte, zeigen sich am deutlichsten an dünnen Querschnitten, die man durch verschiedene Partieen ausführt. Einen solchen Schnitt und zwar vom Gesamtrüssel zeigt uns zunächst Fig. 166. a ist die Ober-, b die Unterlippe, c der Stachel. Was hier zunächst zu beachten,

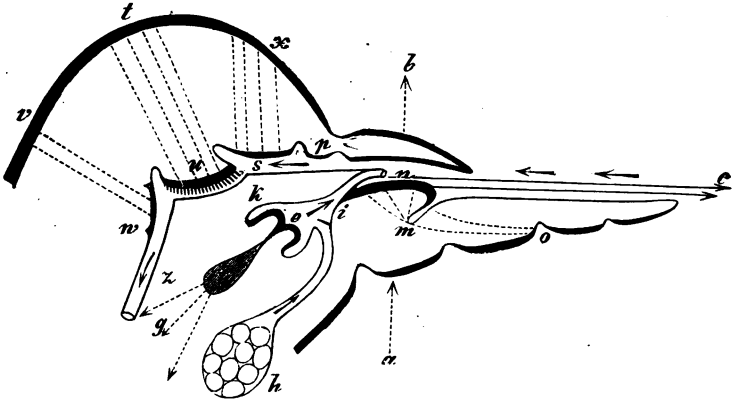
ist die Führung zwischen der Unterlippenrinne und dem verschiebbaren Oberlippendeckel. Diese Führung besteht darin, daß der zugeschärfte Seitenrand des Deckels in einer besonderen Furche oder Nute läuft. Ähnliche, nur viel künstlichere Schienenführungen bestehen aber auch zwischen der Scheide des Stachels und den einzelnen Borsten des letzteren, worüber Fig. 167 Aufschluß giebt. a ist wieder die Ober-, b die Unterlippe. In der Aushöhlung zwischen beiden befinden sich die einzelnen Stachelgebilde, deren anscheinend nicht vier, sondern drei sind, nämlich ein mittleres (e, f) und ein Paar seitlicher (d). Während der Mittelstachel ganz frei ist, sind die den Oberkiefern entsprechenden Seitenstacheln mittelst besonderer Führungsschienen in die Oberlippe eingefügt und können also längs der letzteren und völlig unabhängig voneinander auf- und niedergeschoben werden. Wie der Leser an späteren Figuren noch besser erkennen wird, ist die Führungsleiste, ähnlich wie an den Schienen einer Eisenbahn, am obern Rande derart verdickt, daß sie entweder gar nicht oder wenigstens nicht leicht aus der entsprechend geformten Führungsrinne herausfallen kann. Kurz erwähnt sei noch, daß unsere Seitenstacheln von dort an, wo die Oberlippe aufhört, mit der Unterlippe in Verbindung treten.

Ein überaus künstliches Gebilde ist der Mittelstachel, der sich aus zwei rinnenförmigen Hälften zusammensetzt. Die Seitenränder der Rinnen sind wieder gegenseitig durch Führungsschienen und Nuten verbunden und schließen beide Rinnen einen Mittelkanal ein, der deshalb wichtig ist, weil durch ihn die durch das Einstechen des Bohrers freigemachten Nährsäfte aufsteigen. Der Wanzenstachel ist also zugleich Bohrer und Leitungsrohr. Nahe der Schnabelwurzel, durch welche unser Schnitt in Fig. 171 geht, ist aber der Stachelkanal in eine obere (e) und in eine untere (f) Leitungsröhre geteilt und zwar durch zwei wieder durch Führung verbundene Querleisten. Von diesen zwei Kanälen entspricht jedoch nur der obere dem Zuleitungsrohr, während durch das

untere, wie wir gleich hören werden, der Speichel ausgespritzt wird.

Bei den Würmern haben wir im vordersten Teil des Verdauungsrohres, im sog. Schlundkopf, einen Apparat kennen gelernt, der bei der Nahrungsaufnahme zugleich als Saug- und Druckpumpe wirkt. Eine ganz analoge Vorrichtung besitzen auch die meisten Gliederfüßler und wollen wir dieselbe nun speziell bei den Wanzen im Zusammenhang mit dem Rüssel und unter

Fig. 168.



Längsschnitt durch den Kopf und Rüssel einer Wanze (Nepa) schematisch nach O. Geise. Erklärung im Text.

Zugrundelegung beistehender Figur, die einen durch die Mitte eines Wanzenkopfes gelegten Längsschnitt darstellt, in Augenschein nehmen. In unserer Abbildung wird der Leser ohne Mühe in dem obern Kopfanhang b, die Oberlippe nnd in dem noch längeren und gegliederten unteren Fortsatz m o c die Unterlippe erkennen. Zwischen beiden, etwa bei n, gelangt man in den Mund beziehungsweise in den Anfang des stark erweiterten Schlundes. Letzterer ist aber nicht ein gewöhnliches Rohr, sondern so eingerichtet, daß die obere Wand oder die Decke desselben, welche sich aus mehreren hintereinander folgenden relativ dicker Platten (p, s, u, w)

sammensetzt, mit der unteren Wand oder dem Boden (k, z) durch dünne federnde Seitenlamellen beweglich verbunden ist. Wichtig sind dann weiter noch die starken in unserer Figur wie gewöhnlich durch Punktlinien angedeuteten Muskeln, welche oben (bei x, t, v) von der harten Schädeldecke entspringen und sich an die erwähnten derben Platten der Schlunddecke ansetzen. Die Bedeutung dieser Maschinerie ist folgende. Findet keine Nahrungsaufnahme statt, so legen sich die oberen Schlundplatten wie Druckfedern an die unteren an. Tritt dagegen der Rüssel in Aktion, so ziehen sich die erwähnten Schlundmuskeln zusammen, und da ihre Ansatzstelle an der Schädeldecke unverrückbar ist, müssen notwendig die oberen Schlundplatten nachgeben und werden also in die Höhe gehoben. Dadurch wird aber der Schlund vergrößert und wirkt daher ansaugend auf die im Rüsselkanal und im Bohrloche befindliche Flüssigkeit. Ist dann die letztere tiefer in den Schlund eingedrungen, sagen wir bis zum Punkte u oder w, so werden die Muskeln an den vordersten Schlundplatten erschlafft und federn also letztere wieder in ihre Ruhelage zurück. Dies hat nun aber zur Folge, daß die Flüssigkeit dieser Partie tiefer in den Schlund und schließlich, indem die Zusammenziehung des Saugrohrs weiter nach hinten fortschreitet, ganz in den Darm hinein gepreßt wird. Interessant ist noch eine kleine Nebenvorrichtung dieser Schlundpresse, die bei u angedeutet ist. Man sieht hier an der betreffenden Schlunddeckenplatte einen Besatz mit feinen Haarfransen, der offenbar dazu bestimmt ist, feste Substanzenteilchen, die allenfalls mit der aufgesaugten Flüssigkeit eindringen, zurückzuhalten, beziehungsweise die letztere durchzuseihen oder zu filtrieren.

Es wurde bei der Besprechung des Wanzenstachels erwähnt, daß in denselben Speichel eingespritzt wird. Dieses Einspritzen des Speichels, der hier sogut wie bei vielen andern stechenden Gliederfüßlern eine giftige Beschaffenheit besitzt, geschieht mit Hilfe eines besonderen und überaus interessanten Injektionsapparates, der gleichfalls auf unserer Figur zu sehen ist. Es stellt hier h die

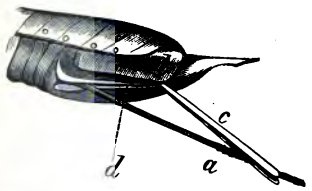
Speicheldrüse vor, die ihr Sekret bei i, wo ein nach außen sich öffnendes Ventil liegt, in ein größeres Behältnis (e) ergießt, welches letztere seinerseits bei n in den Stachel einmündet. Das Merkwürdigste ist aber das auch in der Form einem Pumpstengel ähnliche Chitingebilde am Grunde des Speichelbehälters, das nach innen eine lange Sehnenplatte (f) aussendet, an die sich ein kräftiger Muskel (g) ansetzt. Die Wirkung dieses Apparates ist naheliegend. Zieht der erwähnte Muskel die Sehne des Pumpstengels zurück, so wird das Speichelreservoir vergrößert und aus dem Ausführungsgang der Drüse neues Sekret aufgesaugt. Läßt dann der Muskel nach, so schnellt der Pumpstengel vor und schleudert mit großer Gewalt den Speichel durch die Öffnung n aus, während das Einfuhrventil bei i durch den Druck des Rerservoirinhalts zugeklappt wird.

Was wir im Vorstehenden über die Mundwerkzeuge der Insekten sagten, dürfte, so wenig es auch ist, doch hinreichen um den Leser zu überzeugen, daß wir es da in der That mit Einrichtungen zu thun haben, die kein Mechaniker auch nur im Entferntesten nachzuahmen im stande ist. Indessen müssen wir zum Schlusse doch noch wenigstens einer Form dieser Werkzeuge flüchtig Erwähnung thun, nämlich des dem äußern nach wohl bekannten uhrfederartigen Rüssels der Schmetterlinge. Im Vergleich zum Immen- und Wanzenrüssel ist das lange Saugrohr der Falter ganz besonders dadurch interessant, daß es nur aus jenen zwei Stücken besteht, die dem oben beschriebenen Unterkiefer- oder Mittelstachel der Wanzen entsprechen. Abgesehen von den Muskeln, welche zum Strecken oder Aufrollen der beiden Rinnen des Falterrüssels dienen, haben dieselben dann noch das Eigentümliche, daß die Führung nicht aus einer einfachen Längsschiene und Längsfurche besteht — eine solche würde ja das Einrollen unmöglich machen — sondern aus einer Reihe von Klammern, die gegenseitig ineinandergreifen. Nebstdem sind an der Spitze der Rüsselladen noch kleine spitze

Fortsätze, womit die geschlossenen Saft- und Honigbehältnisse der Blumen aufgeritzt werden.[59])

So eigenartig und kunstvoll auch gewisse Rüsselbildungen der Insekten sein mögen, so findet man analoge Einrichtungen doch auch bei anderen Gliederfüßlern, wie z. B. bei den den Spinnentieren zugehörigen Milben, sowie bei vielen Schmarotzerkrebsen, wenn sie hier auch niemals eine so außerordentliche Vollendung erreichen. Viele Insekten haben aber noch an einem andern Teile des Körpers, nämlich am Hinterende, mechanische

Fig. 169.



Hinterende einer weiblichen Holzwespe. (Sirex gigas). a Legebohrer, cd Scheide desselben. Orig.

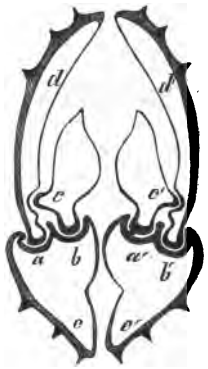
Fig. 170.

Querschnitt durch den Legebohrer einer Holzwespe. ab, a'b' Scheideblätter, unpaare obere Schiene des Stachels. ee' die beiden Stechborsten. Stachelzähne schematisch angedeutet. Orig.

Apparate, die ihrer Konstruktion nach an gewisse Rüsseleinrichtungen erinnern, und diese Instrumente muß man, da kein anderes gliederfüßiges Geschöpf Ähnliches aufzuweisen hat, nächst den Flügeln als die alleroriginellsten mechanischen Außenbildungen bezeichnen. Es sind dies die ihrer äußern Gestalt nach unendlich mannigfaltigen Stacheln, Bohrer, Sägen u. s. w., die nur den weiblichen Tieren zukommen und die, abgesehen davon, daß sie gelegentlich wie z. B. bei den Bienen, Wespen und Ameisen, als zum Teil sehr gefürchtete Waffen gebraucht werden, hauptsächlich dazu dienen, behufs der sichern Unterbringung der Eier Einstiche oder Einschnitte in verschiedenen Substanzen und zum Teil auch in lebenden Körpern hervorzubringen.

Zum Schlusse unseres Werkchens wollen wir uns denn noch ein paar dieser Werkzeuge ansehen. Eins der wirksamsten zeigt Fig. 169, nämlich den Legebohrer einer Holzwespe, der, als bestände er nicht aus Chitin, sondern aus Stahl, nicht bloß in das harte ausgetrocknete Holz unserer Möbel, sondern selbst in Blei- und Zinkplatten einzudringen vermag. Im Ruhezustand liegt dieser Bohrer (a) in einer Scheide an der Unterseite des Hinterleibsendes (d), die sich aber noch in Gestalt zweier langer, rinnenförmiger Schienen (c) weit über den Körper hinaus fortsetzt und an der Basis mit einem Scharniergelenk (b) versehen ist. Gleich dem Stachel eines Wanzenschnabels ist auch dieser Bohrer kein einfaches Gebilde, sondern ein System gegeneinander schlittenartig verschiebbarer Teile, über deren Verbindung uns der von mir hergestellte Querschnitt in Fig. 170 den besten Aufschluß giebt. Außen sieht man zunächst die beiden Laden der Scheide (a b u. a' b'), die soweit genähert werden können, daß sie den Stachel vollständig einschließen. An letzterem selbst erkennt man drei Teile, einen unpaaren obern (c d) und ein Paar untere (e, e'). Der unpaare Teil ist eine breite Rinne, die den paarigen Stücken, den eigentlichen an der Spitze mit Widerhaken besetzten Stechborsten als Führung dient. Diese Führung ist aber eine ganz ähnliche wie am Wanzenstachel, d. h. sie besteht wieder aus einer in einer Furche laufenden Leitungsschiene. Wie man hier auf das Bestimmteste sehen kann, ist die Schiene am freien Rande derart verdickt, daß sie aus der oben zusammengezogenen Nute nicht heraus kann. Im übrigen kann man gerade hier noch sehr deutlich erkennen, daß alle Teile dieses Bohrapparates Hohl-

Fig. 171.



Querschnitt durch den Legebohrer einer Laubheuschrecke (Odontura). d d' obere, e, e' untere Scheideblätter (die Zähne schematisch), c c' Blätter des eigentlichen Legestachels. Orig.

körper sind, deren nach außen gekehrte Wandung aber weit dicker als die innere ist. Dies Hohlsein hat aber darin seinen Grund, daß die einzelnen Teile des Hinterleibsstachels gerade so wie jene des Rüssels der Insekten aus warzenartigen ursprünglich voneinander ganz getrennten Ausstülpungen der Körperhaut hervorgehen, die erst allmählich sich nähern, um sich dann schließlich enge an- und ineinander zu legen.

Eine andere interessante Form von Legebohrern zeigen uns die Laubheuschrecken. Sie bilden hier oft enorm lange und verhältnismäßig sehr umfangreiche Fortsätze, die in der Regel die Gestalt eines Schwertes oder Säbels haben und an der Spitze häufig mit einem sägeartig ausgezackten Rande versehen sind. Zum Unterschied vom Bohrapparat der Bienen und Wespen, der aus fünf Stücken besteht, setzen sich diese merkwürdigen Heuschreckenschwerter aus drei Paaren blattartiger Schienen zusammen. Überaus originell sind die aus dem Querschnitt in Fig. 171 ersichtlichen Führungen zwischen den drei Blättern jeder Seite. Sie liegen, wie man bemerkt ganz hart aneinander und ist die Anordnung eine derartige, daß auf die unteren Blätter zwei Führungsfurchen (a, b), auf die inneren dagegen (u) zwei Führungsleisten entfallen, während das obere Blatt eine Furche und zugleich eine Leiste hat.

Viel Anziehendes böte noch die Betrachtung der Muskeln und Hebeln, durch welche die Einzelteile der hintern Insektenstacheln vorgestoßen und zurückgezogen werden. Jene, die sich für diese überaus kunstreichen Maschinerieen interessieren, muß ich aber auf die schönen Arbeiten Kräpelins verweisen.[51])

Sachregister.

Acera 137.
Achteres 195.
Actinometra 73.
Afterzange 172.
Aglaophenia 42, 45.
Amöbe, kriechende 2.
— kletternde 3.
Amphidetus 80.
Anisonema 14.
Ankylostoma 112.
Annäherungswerkzeuge 21, 33, 53, 56, 80, 125, 147, 163, 187, 197.
Anthocotyle 107.
Aphrodyte 121.

Arbacia 83.
Ascaris 112.
Ascyssa 29.
Asteracanthion 55.
Astrogonium 86.
Balantidium duodeni 19.
Bandwurm 102.
Bauwerkzeuge 204.
Beißzange 172.
Blutegel 106.
Bohrrüssel 101, 102, 147.
Bohrmuschel 157.
Bohrwerkzeuge 111, 157. 197, 220, 221.
Borstenformen 122.
Borstenwürmer 115.
Branchipus 192.
Bürsten 210.
Calicotyle 107.
Carmaria 48.
Cercarie 107.
Cercomonas 13.
Cidaris 81.
Cilien, s. Flimmern.
Cleodora 162.
Cnidoblast 42.
Coelothamnus 7.
Comatula 71.
Cyclops 195.
Cydippe 51.
Cypris 194.
Dendrocometes paradoxus 9.
Didinium 24.
Dileptus 23.
Dimorpha mutans 17.
Echinometra 85.
Echinorhynchus 109.
Echiurus 117.
Elysia 136.
Entladungsmechanismus 43, 44.
Euglena 12.
Euplectella 29.
Fangarme der Seerosen 33, 36.
— der Seesterne 56.
Fangfäden 5, 48, 57.
Fangnetz 5, 53, 71.
Fangzunge 24.
Fernwaffen 25, 39.
Fixierungswerkzeuge s. Haftwerkzeuge.
Flimmerfurchen 72
Flimmerröhren 28.
Flimmerwerkzeuge 11, 169.
Flossen 136, 138.
Flügel 205.
Flustra 168.
Foraminiferen 4.
Führung 177.
Füße Grabfuß 148.
— Hohlfüße 175.
— Kopffüße 163.
— Putzfuß 210.
— Rankenfuß 197.
— Saugfuß 9, 33, 50, 57. 76, 162. 163, 209.
— Scheinfuß 3.
— Schlittenfuß 129, 133.
— Spaltfuß 184 198.
— Stelzenartige F. 20, 81.
Gasterostomum 109.
Gebiß, vom Seeigel 90.
Geißelkammern 28.
Geißeltiere 12—17.
Gelenke der Chtinbeine 177.
Geophilus 174.
Gordius 111.
Greifzangen 85, 86, 170.
Haarsterne 71.
Haematomonas 15.
Haftwerkzeuge 7, 59, 103, 107, 109, 112, 152, 160.
Haken 73, 87, 104.
Hautmuskelschlauch 36, 119.
Heuschrecken, Legebohrer 221.
Hexamitus 14.
Holopedium 193.
Hummel, Rüssel 211.
Hummer, Fuß 178.
— Gliedmaßen 183.
— Schwanz 184.
Infusorien 18.
Injektionsapparate 35, 60.
Insecten, Brust 180.
— Flügel 205.
— Fuß 176, 101.
— Gliederung 202.
Kammartige Werkzeuge 201.
Kammquallen 50.
Kampftiere 47.
Keimblätter 27.
Kieferfüße 190.
Kieferzange 164, 189.
Kielflosser 138.
Kiemen 124.
Klammerhaken 73, 87.
Klauen 201.
Klebfüße 209.
Klebwerkzeuge 46.
Kletterwerkzeuge 68, 73, 94, 151.
Kochlorine 197.
Leucandra, Skeletteile 29.
Leucothea 51.
Lepas 197.
Legeborer 220, 221.
Ligula 104.
Lithobius 171.
Lymnaea 133.
Lophomonas 14.
Lobiger 136.
Löffelartige Werkzeuge 142, 211.
Lucernaria 33.
Medusen 47.
Medusenhaupt 71.
Meerspinne, Fuß 177.
Microstomum 97.
Microdon 125.
Minyas 34.
Moostiere 167.
Mundwimpern 21, 125.
Muskeln 24, 65, 108, 127, 134, 150.
Mundwerkzeuge 32, 90, 140, 189, 212.
Muscheln 148.
Muschelkrebs 194.
Nauplius 198.

Nesselorgane 39.
Nereis 120.
Nepa 216.
Ortsbewegungswerkzeuge.
— glockenf. 48.
— Saugfüßchen 58, 94.
— borstenförmige 115, 117, 118.
— Schleimfüße 2.
— Sohlenartige 129.
Peitschenartige Werkzeuge 23.
Pedicellarien, s. Greifzangen.
Penella 196.
Phoriospongia, Skelettteile 29.
Phascolosoma 31.
Physophora 53.
Pyranimonas 14.
Pseudopodien, s. Scheinfüße.
Protoplasma, fädige Struktur dess. 9, 24.
— Kontraktilität 9.
Pumpwerkzeuge 99, 113.
Reinigungswerkzeuge 89.
Regenwurm 114.
Reibeplatte, Mechanismus 144, 164.
— Zähne derselben. 145.
Rotalia veneta 4.
Röhrenquallen 52.
Ruder, fadenförmige 12, 158.
— kammf. 12, 51.
— schaufelf. 52.
— schwanz 107, 138, 195.
— blattf. 123, 165, 192, 193.
— flügelf. 136, 137.
— doppelte 185.
— fühler 194, 195.
Rudermuschel 158.
Ruderschnecken 161.
Rundwürmer 110.
Rüssel 99, 109, 113, 120, 211, 214.
Saugrüssel S. 212, 214.
Saugscheiben und Saugnäpfe 78, 102.
Sägewerkzeuge 106, 112.
Scyllaea 133.
Scolopendra 172.
Scorpion 199.
Schwingwerkzeuge 11—17.
Schwimmsack 53.
Schwimmglocken 48, 53.
Schlangensterne 67.
Schlundpresse 70.
Schleuderapparat 101.
Schwanz 107, 109.
— zum Stechen 199.
Scherenförmige Werkzeuge 186, 199.
Schmetterling, Rüssel 219.
Seerose 42.
Senkfäden 41, 51.
Segelwerkzeuge 53.
Seestern 37.
Seeigel 74.
Seewalzen 83.
Sirex, Bohrer 220.
Skelett der Urtiere 4, 9, d. Schwämme 29, d. Stachelhäuter 64.
Sonnentierchen 17.
Spumella termo 14.
Sprungwerkzeuge 139, 152.
Spritzvorrichtung 166.
Spinne 200.
Stelzen 20.
Stacheln d. Seeigel 81.
Stopfwerkzeuge 95.
Strudelwürmer 97.
Sternwürmer 113.
Stützborsten 120.
Stechwerkzeuge 196, 199, 214.
Synapta 93.
Tentakeln, s. Fangarme.
Teichmuschel S. 148.
Tetrastemma 101.
Toxopneustes 81.
Tomopteris 123.
Tonwerkzeuge 204.
Trepomonas 15.
Trichaster 87.
Trichocephalus 111.
Undulierende Membranen 16.
Verteidigungswerkzeuge, passive 7, 30.
Vorticella 6, 23.
Wanderzellen 8.
Wassergefäßsystem der Stachelhäuter 62.
Wanze, Rüssel 214.
Werkzeuge-Material, weiches 2.
provisorische W. 6.
Peitschenf. W. 12—17.
Wickelw. 23, 68.
Federnde W. 84
Stopfw. 95.
Haftw. 104.
Sprungw. 139.
Stechw. 196.
Wehrtiere 42.
Wimperkleid 19, 104
Wimperreifen bei Infusorien 24, bei Würmern 31.
Wurzelfüße 2.
Zähne 90, 106.
Zangenartige Werkzeuge 154, 174.
Zelle, Werkzeuge derselben 8.
Zellfühler 43.
Zunge der Schnecken 142.

Druck von Greßner & Schramm, Leipzig.

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06449 0157